КАЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ

# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

## ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ТЕХНИКЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ДОПУСКАМ И ПОСАДКАМ

1967

К А З А Н С К И Й

ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ

В помощь работникам отделов
технического обучения предприятий

# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

## по организации и проведению лабораторно-практических работ по технике измерения, допускам и посадкам

1967

Ответственный за выпуск А.Салимуллина

ЦФ 05082 от 18.4.67г. Зак. В-214 Т-742 экз.

Типография "Татполиграф"
г.Казань, ул.Мирославского, дом 9

# Введение

Повышение производительности труда при коренном улучшении качества выпускаемой продукции является одной из наиболее актуальных задач, поставленных решениями XXIII съезда КПСС перед всеми категориями работников промышленности.

При решении этой задачи профессиональное мастерство, уровень знаний и навыков рабочего играют первостепенную роль. Поэтому улучшение качества обучения, повышение его эффективности при подготовке и повышении квалификации рабочих приобретают особое значение. Вопросы качества и эффективности обучения тесно связаны с созданием и постоянным совершенствованием учебно-материальной базы и оснащением ее всеми современными техническими средствами обучения, учебно-наглядными пособиями, литературой, а также повышением методического мастерства преподавательского состава.

Казанским институтом повышения квалификации кадров в настоящем методическом пособии обобщен опыт московского машиностроительного завода и Казанского вертолетного завода по организации и методике проведения лабораторных работ по технике измерения, допускам и посадкам.

Пособие предназначено для преподавателей основ технических знаний и работников отделов технического обучения предприятий и организаций, занимающихся подготовкой и повышением квалификации рабочих непосредственно на производстве.

Лабораторные работы № I-9 разработаны начальником ОТО А.И.Тихоновым и сотрудниками отдела технического обучения московского машиностроительного завода.

Лабораторная работа № IO разработана начальником ОТО А.М.Рубцовым и сотрудниками отдела технического обучения Казанского вертолетного завода.

Методические рекомендации по проведению лабораторных работ составлены методистом Казанского института повышения квалификации кадров В.Б.Миллером.

Все отзывы и пожелания по данному пособию просим направлять по адресу: Казань-36, ул.Ленинградская, I/2, КИПКК.

## Задачи и цель лабораторно-практических работ

Лабораторные работы, являясь активной формой обучения, расширяют и углубляют знания обучаемых, воспитывают у них наблюдательность, приучают их анализировать различные явления техники, способствуют более детальному изучению конструкции приборов, инструментов и оборудования.

При проведении лабораторно-практических занятий сохраняется основная форма обучения - урок, в котором сочетаются лекционная и лабораторная формы обучения. Однако при этом методе, наряду с известными элементами урока, вводятся дополнительные:

для преподавателя: - показ основных приемов, необходимых для приобретения первичных навыков работы тем или иным инструментом; демонстрация отдельных, наиболее характерных приемов установки инструмента и изделия при замерных работах, консультация учащихся по вопросам составления отчетов по лабораторно-практическим занятиям;

для обучаемых: - отработка под контролем преподавателя начальных приемов работы инструментом, отработка навыков работы инструментом, выполнение отчета по лабораторно-практическим занятиям.

Таким образом, задача лабораторных работ сводится к тому, чтобы познакомить обучаемых с определенными чертами изучаемых технологических процессов и их закономерностей, технических устройств и их характеристик, трудовых действий и приемов и т.д. Но познакомить не путем прямого показа или объяснения преподавателя, а через направленную преподавателем практическую и интеллектуальную деятельность самих учащихся. Целью лабораторно-практических работ является осуществление связи между теоретическим и производственным обучением, для более сознательного усвоения учащимися теоретического материала, для закрепления у них полученных знаний и выработки умения применять эти знания на практике.

## Материально-техническое оснащение лабораторных занятий

Необходимо подчеркнуть, что проведение лабораторных работ требует наличия хорошо оснащенной учебно-материальной базы.

Лабораторные занятия должны проводиться в специальном кабинете-лаборатории. Если это кабинет по технике линейного измерения, он должен быть светлым. Освещенность рабочего места 250-300 лк., а это значит, что на каждом рабочем столе, в случае искусственного освещения, должна быть настольная лампа мощностью 60 ватт, свет которой не должен падать в глаза. Помещение подбирается достаточно просторное и сухое (рекомендуется иметь 2 $м^2$ площади на 1 чел.). Стены следует красить в светлые тона с соблюдением требований эстетики, пол покрывается линолеумом. Планировка кабинета зависит от количества обучаемых, одновременно выполняющих лабораторную работу. Целесообразно иметь одно рабочее место на 2 чел. Рабочая часть у стола размером 140x60x80 см покрывается линолеумом или твердым картоном, делаются бортики высотой 3-5 мм, сиденья - круглые, регулируемые по высоте.

Оснащение рабочего места зависит от содержания лабораторных занятий, особенностей измерительной базы (измерение на плите, в центрах и т.д.) и наличия инструмента. На каждом столе должна быть антикоррозийная смазка и 2 салфетки. Рабочее место преподавателя необходимо несколько приподнять над рабочими местами учащихся и оборудовать:

- стол письменный - 1
- классная доска - 1
- тумбочка для экспозиции инструмента - 1
- стойка для демонстрации плоскостных учебных пособий - 1
- шкаф для хранения чертежей, лабораторных работ и учебно-учетной документации - 1

Кроме этого, для хранения и демонстрации измерительных инструментов, приборов и аттестованных деталей в помещении лаборатории можно поставить шкафы и витрины в количестве, исключающем загромождение общей площади.

## Подготовка и организация лабораторных занятий

Подготовку к проведению лабораторных работ рекомендуется начинать с составления перечня тех работ, которые предусмотрены программами обучения. Этот перечень составляется до начала учебного года по форме:

- номер и название тем учебной программы;
- номер лабораторно-практической работы;
- наименование лабораторно-практической работы;
- количество учебных часов;
- метод проведения (фронтальный или нефронтальный).

При таком методе значительно облегчается планомерная подготовка оснащения кабинета необходимыми инструментами, чертежами, справочниками и другими пособиями. Необходимо помнить, что успех лабораторной работы во многом зависит от своевременной и качественной подготовки ее. Процесс подготовки складывается из подготовки преподавателя, обучаемых, учебно-материальной базы и документации.

Подготовка преподавателя включает в себя:

- определение учебной цели и содержания предстоящих работ;
- выбор метода проведения работ (фронтальный или нефронтальный).

Выбор того или иного метода зависит от характера задания и обеспеченности необходимыми инструментами, приборами, образцами. Так, например, фронтальным методом обычно проводятся лабораторные работы по измерению деталей, определению на образцах видов посадок, вычислению допусков, натягов и зазоров по чертежам и т.д. Нефронтально проводятся такие работы, которые отличаются большой трудоемкостью, или такие, при проведении которых учащиеся не могут быть одновременно обеспечены одинаковыми заданиями (например, работа на приборах, имеющихся в небольших количествах). Иначе говоря, при фронтальном проведении лабораторно-практических работ все учащиеся группы занимаются решением одних и тех же задач, имея в своем распоряжении одинаковое оборудование, работая каждый в отдельности

или небольшими группами - 2-3 чел.

При нефронтальном проведении занятий учащиеся работают над разными темами, пользуясь различным оборудованием.

Фронтальное проведение работ имеет ряд преимуществ:

- работу можно проводить непосредственно за изучением соответствующей темы программы, переходя последовательно от простых работ к более сложным;

- значительно облегчается руководство обучаемыми и наблюдение за ходом выполнения работ, проводится групповой вводный и заключительный инструктажи.

Поэтому лабораторные работы, которые могут быть обеспечены необходимой оснасткой, лучше проводить фронтально.

Кроме того, в подготовку преподавателя включается решение следующих вопросов:

- определение методики проведения лабораторной работы (содержание и характер вводной беседы, текущего инструктажа и подведение итогов);

- составление перечня необходимого оборудования, приборов, приспособлений, инструментов, образцов материалов, учебной и справочной литературы;

- проверка исправности приборов, оборудования, приспособлений, их настройка и опробование;

- выполнение упражнений, включенных в работы;

- составление письменных заданий-инструкций обучаемым по выполнению лабораторно-практических работ, проводимых нефронтальным методом.

## Подготовка обучаемых

Учитывая значительную насыщенность лабораторных занятий учебным материалом и небольшое количество отводимого для них времени, следует проводить с обучаемыми некоторую предварительную работу, которая в основном сводится к тому, что на очередном занятии обучаемые знакомятся с содержанием предстоящих работ. Не менее чем за 5 дней учащимся следует выдать задание - инструкцию на лабораторно-практические работы. Большую помощь в предварительной подготовке оказывает демонстрация накануне проведения работы кино- или диафильма, соответствующего теме очередной лабораторной работы.

## Подготовка рабочего места обучаемого

Оснащение рабочего места зависит в основном от наличия учебно-материальной базы. Так, например, при подготовке лабораторных работ по теме "Измерение наружных диаметров гладкими микрометрами" на рабочем месте, кроме измерительных инструментов, предусмотренных темой лабораторной работы, смазочного и обтирочного материала, должны быть аттестованные детали. Эти детали заранее пронумерованы и измерены в определенных отмеченных сечениях и направлениях; действительные размеры этих деталей занесены в аттестат.

Для работы каждым типом инструмента: микрометром, штангенциркулем и пр.нужно иметь отдельные партии аттестованных деталей в количествах, обеспечивающих фронтальный метод проведения лабораторно-практических работ и исключающих детали с одинаковыми размерами. На каждое рабочее место выдается 2-3 таких детали.

При отработке темы "Техника измерения" целесообразно на рабочем месте иметь по несколько деталей для учебных измерений, по своей форме наиболее удобных для проведения данного лабораторного занятия, а по точности обработки соответствующие цене деления используемого измерительного инструмента.

## Документация к лабораторным занятиям

К документам для проведения занятия относятся: задание-инструкция для обучаемых и бланки отчета. В задании-инструкции формулируются тема и цель лабораторной работы, приводится перечень оборудования, приборов, приспособлений для ее выполнения, описывается весь ход работы и указывается, какие правила техники безопасности надо соблюдать. В зависимости от характера работы и уровня подготовки учащихся отдельные элементы в задании-инструкции могут быть изложены с разной степенью подробности, а иногда и совсем отсутствовать.

Бланк отчета служит для записей результатов выполнен-

ных работ. По этому отчету дается оценка сделанной работы. Форма и содержание его зависят от профиля и характера лабораторной работы.

В отчете могут быть: описание цели и хода работы, эскизы и схемы применяемых инструментов и приборов, цифровые величины замеров деталей и т.п.

## Порядок проведения лабораторных работ

Проведение работы начинается с вводного инструктажа, который обычно содержит следующие вопросы:

- тема и цель работы;
- необходимые теоретические сведения, связанные с выполняемой лабораторной работой;
- перечень приборов, инструментов, приспособлений и других материалов, которые необходимы для проведения работы, с объяснением их назначения и правил применения;
- методические указания о способах и порядке выполнения лабораторно-практической работы, показ выполнения отдельных приемов, примеров выполнения расчетов, записей, зарисовок и т.п.;
- указание необходимых справочных материалов и учебников, нужных для работы;
- указание способов фиксирования результатов работы;
- разъяснение мер предосторожности, которые надо соблюдать при выполнении задания.

В целях сокращения времени на вводный инструктаж практикуется разработка специальных инструкционных карточек-заданий на каждую работу, которые раздаются обучаемым.

Если метод проведения не фронтальный, вводный инструктаж не делается, вместо него учащимся выдается подробное задание-инструкция по каждому объекту, которая в себе содержит вышеперечисленные вопросы вводного инструктажа; обращается внимание обучаемых на соблюдение правил техники безопасности.

После того, как учащиеся приступили к выполнению работы, преподаватель наблюдает за их работой, отвечает

на вопросы, иногда сам их задает, чтобы проверить, насколько сознательно выполняют учащиеся работу. Преподаватель должен вмешаться, если видит, что работа пошла по неправильному пути. Чтобы помочь учащимся в затруднительных случаях, можно задавать им наводящие вопросы, указать, где найти нужную справку. Однако следует иметь в виду, что учащиеся должны выполнять работу самостоятельно.

Если обучаемый не умеет правильно пользоваться приборами или инструментами, надо показать ему соответствующие приемы пользования ими и предложить повторить показанное. В некоторых случаях учащиеся на определенном этапе работы показывают преподавателю часть выполненного задания, после чего продолжают работу.

В ходе выполнения лабораторно-практической работы учащимися преподавателю следует обратить особое внимание на порядок и организацию рабочих мест, тщательность работы учащихся, аккуратную запись результатов измерений и расчетов, соблюдение правил техники безопасности.

Занятия следует заканчивать кратким подведением итогов, заслушиванием выводов, сделанных учащимися по полученным результатам и указаниями преподавателя по составлению отчета.

Проверку выполнения учащимися лабораторных работ преподаватель начинает уже в процессе занятия, когда он обходит учащихся и наблюдает за их работой. По окончании работы преподаватель проверяет письменный отчет и обязательно беседует с обучаемым по поводу выполненной работы, отмечая положительные стороны и недостатки с анализом их причин. При проверке письменных отчетов необходимо иметь в виду, что ошибки в измерении, а также невысокая точность отдельного лабораторного оборудования, зачастую приводят к неточности конечного результата, а поэтому в некоторых случаях допускают относительную погрешность, доходящую до 10%.

При оценке лабораторно-практических работ необходимо учитывать:

1. Умение применять полученные знания при выполнении работ.

2. Выполнение норм времени.

3. Правильная организация труда, рабочего места, самостоятельность в работе.

4. Представление полного, технически грамотного отчета о проделанной работе.

5. Ответы на поставленные вопросы при устном опросе.

6. Соблюдение правил техники безопасности при выполнении работы.

В соответствии с этим предлагается нижеследующий ориентировочный критерий оценок.

Оценка 5 ставится, если учащийся в отведенное время самостоятельно выполнил полный объем работ, предусмотренных заданием с соблюдением правил техники безопасности, представил подробный технически грамотный и аккуратно оформленный отчет. При устном опросе показал глубокое понимание изучаемого вопроса.

Оценка 4 ставится, если учащийся в отведенное время самостоятельно, при незначительной помощи преподавателя, выполнил полный объем работ, предусмотренных заданием, с соблюдением правил техники безопасности, представил технически грамотный отчет. При устном опросе не совсем полно отвечал на поставленные вопросы.

Оценка 3 ставится, если учащийся выполнил работу после исправлений или переделок. Представленный отчет неполностью отражает ход работы и ее результаты. Имели место отдельные незначительные нарушения правил техники безопасности. При устном опросе неполностью ответил на поставленные вопросы.

Оценка 2 ставится, если учащийся не умеет самостоятельно выполнить работу и не уложился в отведенное время, нарушал требования техники безопасности или не представил технически грамотный отчет, или в устном опросе не смог объяснить существа выполняемой работы и ее результатов.

Для выставления объективной оценки преподавателю необходимо иметь индивидуальный подход к каждому учащемуся. Оценка за лабораторные работы проставляется в журнале теоретического обучения.

На московском машиностроительном заводе отделом технического обучения в 1964 году была

создана измерительная лаборатория на 15 рабочих мест. В лаборатории проводятся занятия с молодыми рабочими по темам "Технические измерения", "Допуски и посадки". С 1964 г. по июнь 1968 г. в лаборатории прошло обучение большое число молодых рабочих, в том числе:

| | |
|---|---|
| токарей | - 557 |
| слесарей | - 427 |
| фрезеровщиков | - 382 |
| револьверщиков | - 121 |
| шлифовщиков | - 74 |
| контролеров | - 250 и др. |

Об эффективности обучения говорит тот факт, что, по свидетельству работников ОТК цехов предприятия, среди молодых рабочих, прошедших обучение в отделе технического обучения, брака по вине неправильного замера за этот период не было.

В зависимости от специальности обучаемых на проведение лабораторных работ по теме "Технические измерения" программой предусмотрено время от 8 до 12 часов, по теме "Допуски и посадки" - от 6 до 10 часов.

Лаборатория оснащена необходимыми приборами и инструментами в количестве:

| | |
|---|---|
| вертикальный оптиметр | - 1 |
| горизонтальный оптиметр | - 1 |
| миниметр | - 1 |
| штангенциркули с точностью отсчета в мм | |
| 0,1 | - 50 шт. |
| 0,05 | - 50 " |
| штангенглубиномеры | - 50 " |

Микрометры:

| | |
|---|---|
| гладкие с различными пределами измерения | - 65 шт. |
| резьбовые | - 15 " |
| штангензубомеры | - 15 " |
| штангенрейсмусы с точностью отсчета 0,05 мм | - 15 шт. |
| угломеры нониусные | - 15 " |
| угломеры оптические | - 15 " |
| микрометрические нутромеры | - 20 " |
| микрометрические глубиномеры | - 15 " |
| микрометры рычажные | - 15 " |
| рычажные скобы | - 15 " |
| индикаторные нутромеры | - 18 " |
| наборы плоскопараллельных концевых мер длины | - 5 комп. |
| образцы чистоты поверхностей по стали, | |

чугуну, цветным металлам и сплавам цветных металлов - 2 комп.
проверочные плиты - 2 шт.
наборы аттестованных деталей - 6 "

Для хранения и демонстрации измерительных инструментов и приборов в лаборатории установлено 3 шкафа и смонтировано 4 стенда. Имеется также достаточное количество плакатов по технике измерения, измерительным инструментам и приборам.

Отделом технического обучения завода разработано 9 лабораторных работ с методическими указаниями и инструкциями, а также формами отчетов по их выполнению, которые приводятся в настоящем пособии.

Лабораторно-практические работы учащиеся выполняют после изучения назначения, устройства, принципа действия, метрологических показателей, правил ухода и хранения инструментов и приборов. Методика организации и проведения лабораторных работ в основном соответствует требованиям, изложенным в настоящем пособии.

Достаточное наличие измерительного инструмента и большое количество аттестованных деталей позволяет все лабораторные работы проводить фронтальным методом с группой в 15 чел.

Удачное решение вопроса хранения и переноски аттестованных деталей (см.рис.I и 2),достаточное количество штангенциркулей и микрометров позволяют проводить при необходимости лабораторные работы этими видами инструмента фронтально с группой в 40 чел., используя для этих целей класс или аудиторию.

При разработке данного методического пособия использована литература:

Л.Б.Ительсон. Основы методики профессионального обучения школьников. М., 1963.

А.С.Островский, Г.М.Рязанов. Проведение лабораторных работ по технике измерения, допускам и посадкам. М., 1962.

И.В.Финкель. Лабораторно-практические занятия по изучению измерительного инструмента. М., 1962.

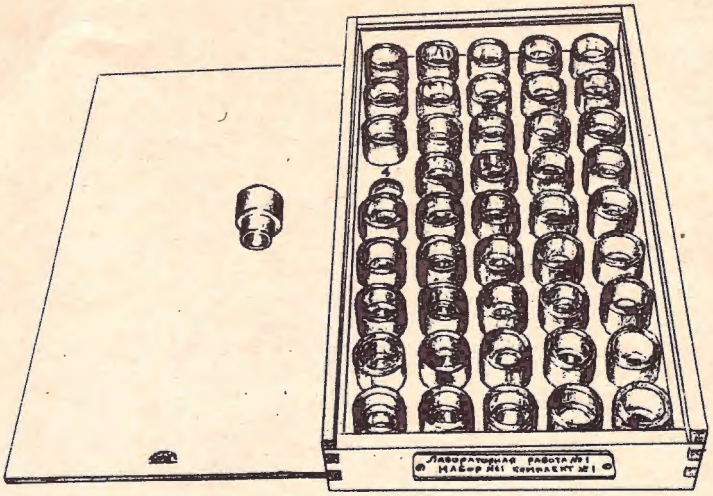


Рис. 1

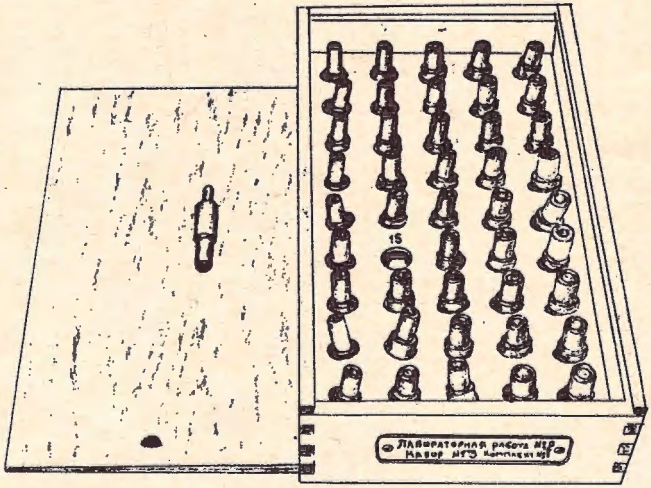


Рис. 2

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

**Тема.** ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН, НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ДИАМЕТРОВ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТАМИ

### Цель лабораторной работы

Освоение приемов и отработка навыков измерения штангенинструментами.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Измерение длин, наружных и внутренних диаметров деталей наборов №№ 1 и 2 штангенциркулями и штангенглубиномерами с величиной отсчета по нониусу 0,1; 0,05; 0,02 мм.

### НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Комплекты инструментов:
   штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм - 15 штук;

   штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм - 15 штук;

   штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,02 мм - 15 штук;

   штангенглубиномеры с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм - 15 штук.

2. Приспособления:
   центра - 1 комплект.
3. Комплекты деталей из набора № 1; № 2.
   Детали для учебных измерений - втулки.
   15 партий по 4-5 штук.

4. Документы.

Инструкция по выполнению лабораторной работы.

Отчетные бланки № 1 .

Чертежи измеряемых деталей.

Общие аттестаты наборов аттестованных деталей.

## Методические рекомендации

Учащиеся к моменту проведения данной работы уже знакомы с конструкциями штангенинструмента и приемами пользования ими.

Преподавателю следует строить лабораторное занятие так, чтобы использовать эти знания для освоения учащимися приемов и выработки навыков измерения штангенинструментами с различной величиной отсчета по нониусу.

Предлагается проведение вводной беседы лабораторного занятия по следующей схеме: вначале производится проверка степени усвоения учащимися материала по теме, затем уточняются отдельные неясные вопросы и закрепляется ранее изученный материал.

Приступая к объяснению техники измерений, ее роли и значения, следует рассказать о том, что до измерений детали и инструменты должны быть протерты чистыми салфетками, кроме того, измерительные инструменты проверены установкой нулевого положения. При плотном сдвигании губок измерительные поверхности должны настолько соприкасаться, чтобы между ними не было просвета, в противном случае, полученный результат измерения окажется не точным - меньшим на величину просвета.

Говоря о нулевом штрихе шкалы нониуса, обратить особое внимание на то, что при начальном положении штангенциркуля, т.е. когда губки плотно сомкнуты, нулевой штрих нониусной шкалы совпадает с нулевым штрихом основной шкалы на штанге, что и будет соответствовать нулевому положе-

нию штангенциркуля /рис.1/

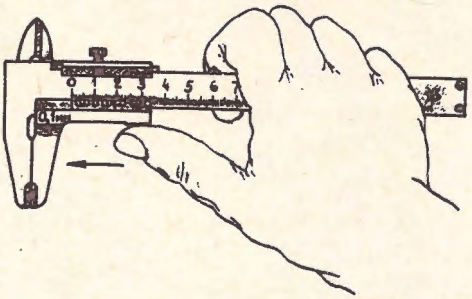


Рис.1 Нулевое положение штангенциркуля.

Для закрепления навыков в измерении проводятся упражнения. Затем показываются приемы измерения деталей небольших размеров /рис.2/

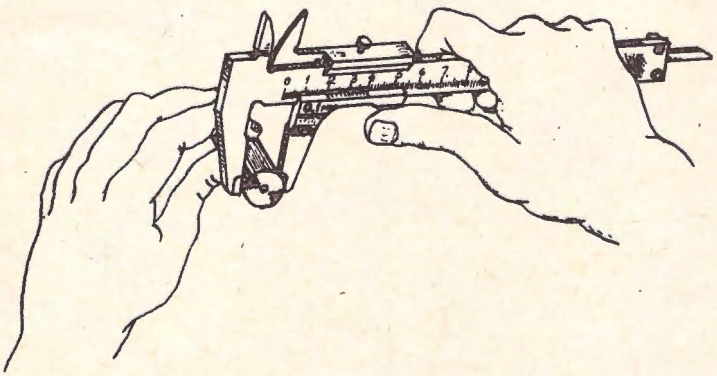


Рис.2 Измерение детали небольшого размера.

Деталь берется в левую руку, а штангенциркуль - в правую; деталь вводится между измерительными поверхностями губок штангенциркуля, которые плавно подводятся к поверхности детали. Большой палец правой руки упирается в рифленую поверхность рамки и перемещает ее до касания с поверхностью измеряемой детали.

После этого показываются приемы измерения деталей больших размеров, лежащих на столе или деталей, закрепленных на станке, в этом случае штангенциркуль следует держать обеими руками; левой рукой к измеряемой детали прижимается неподвижная губка, а правой перемещается рамка с подвижной губкой /рис.3/.

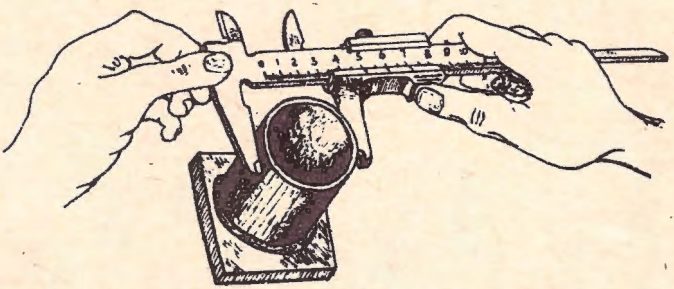
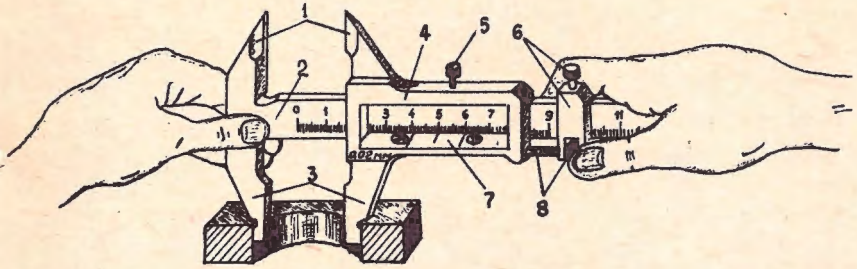


Рис.3 Измерение детали большого размера.

При измерении диаметра отверстия детали следует обратить внимание учащихся на недопустимость перекоса губок и на правильность расположения их по линии диаметра отверстия /рис.4/.

Рис.4 Измерение внутреннего размера




1. Губки для наружных измерений и разметки.
2. Штанга.
3. Губки для наружных и внутренних измерений.
4. Рамка.
5. Винт зажима рамки.
6. Движок и зажим микрометрической подачи.
7. Нониус.
8. Винт и гайка микрометрической подачи.

Весьма важно предупредить учащихся, что при измерении диаметров отверстий штангенциркулями с величиной отсчета 0,05 мм и 0,02 мм следует прибавить к прочитанному размеру по шкале толщину губок штангенциркуля /рис.5/.

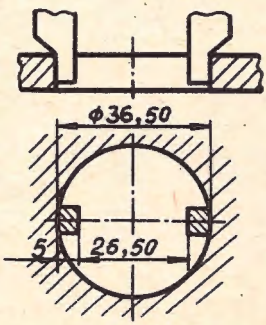



Рис.5 Измерение диаметра отверстия.

Останавливаясь на приемах измерения штангенинструментами с величиной отсчета по нониусу 0,05 и 0,02 мм, необходимо заострить внимание учащихся на том, что для точных измерений пользуются микрометрической подачей рамки, которая предназначена для плавного подведения измерительных плоскостей губок штангенинструмента к поверхности измеряемой детали, а также для облегчения точной установки инструмента на заданный размер.

Далее показываются приемы измерения штангенглубиномером. Правильность измерения глубины будет зависеть от того, насколько правильно приложена измерительная поверхность рамки к торцу измеряемой детали.

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. В в о д н а я  б е с е д а.

1. Проверка усвоения теоретических знаний о штангенциркулях с величиной отсчета по нониусу 0,05; 0,02 мм.

Вызов к доске 1-2 учащихся.

2. Показ приемов измерения деталей штангенциркулями:

а/ приемы измерения деталей небольших размеров;

б/ приемы измерения деталей больших размеров, находящихся на столе, и деталей, установленных в центрах.

3. Показ приемов измерения штангенглубиномером.

4. Опрос 2-3 учащихся для проверки освоения приемов измерения штангенинструментами.

5. Измерение одного размера аттестованных деталей штангенциркулями.

Проверка результатов измерений у нескольких учащихся. Учащийся при ответе сообщает номер своей детали и результат измерения /действительный размер/.

Преподаватель сравнивает результат измерения с аттестатом и в случае неправильного замера сообщает величину и причины ошибок. Затем дает совет, как не допускать те или другие ошибки.

Например, ответ учащегося:

"Деталь № 12, диаметр равен 27,90 мм".

Преподаватель проверяет размер детали № 12 по аттестату и сообщает: "Действительный размер детали 28 мм". Ошибка равна - 0,10 мм, причина ошибки - пережим губок устройством микроподачи; совет для правильного измерения - следует осторожнее подводить устройством микроподачи губки к поверхности детали, стараться лучше ощущать плотность соприкосновения и при чтении размера направление взгляда должно быть перпендикулярно к рискам нониусного устройства.

Полезность этого метода заключается в том, что остальные учащиеся слышат этот диалог и при измерении стремятся не допускать таких же ошибок. Рекомендуется в течение 5-8 минут опросить 10-12 учащихся о результатах измерения.

П. Ознакомление с инструкцией по выполнению лабораторной работы и с чертежами аттестованных деталей, измеряемых штангенинструментом.

Ш. Измерение деталей согласно заданию.

Результаты измерения занести в форму отчета.

## И Н С Т Р У К Ц И Я

к лабораторной работе № 1

1-ое задание. Измерить полученные детали /образцы набора № 1/ штангенциркулем с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм.

Перед измерением деталей проверить пригодность инструмента для измерений.

Проверить деталь на предмет пригодности ее к измерению.

Произвести измерения аттестованных деталей - втулок /чертеж № 1/.

Результаты измерений /действительные размеры/ занести в форму отчета.

2-ое задание. Измерить полученные детали /образцы набора № 2/ штангенциркулем и штангенглубиномером с величиной отсчета 0,05 мм /чертеж № 2/.

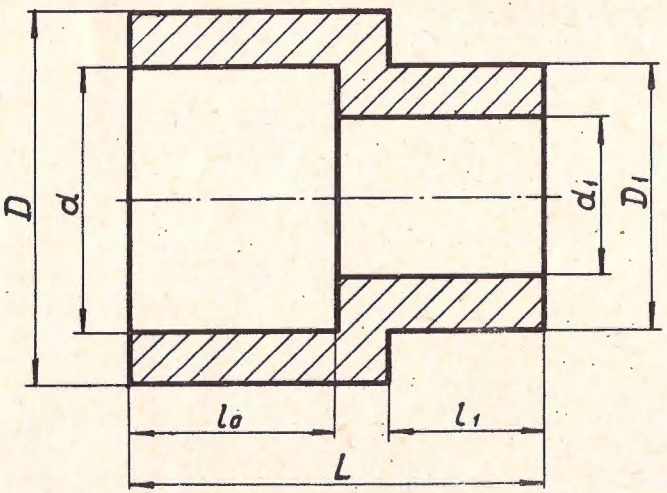
Порядок выполнения задания такой же, как 1-го задания.

3-е задание. Измерить полученные детали /образцы набора № 2/ штангенциркулем с величиной отсчета 0,02 мм /чертеж № 2/.

Порядок выполнения задания такой же, как 1-го и 2-го задания.

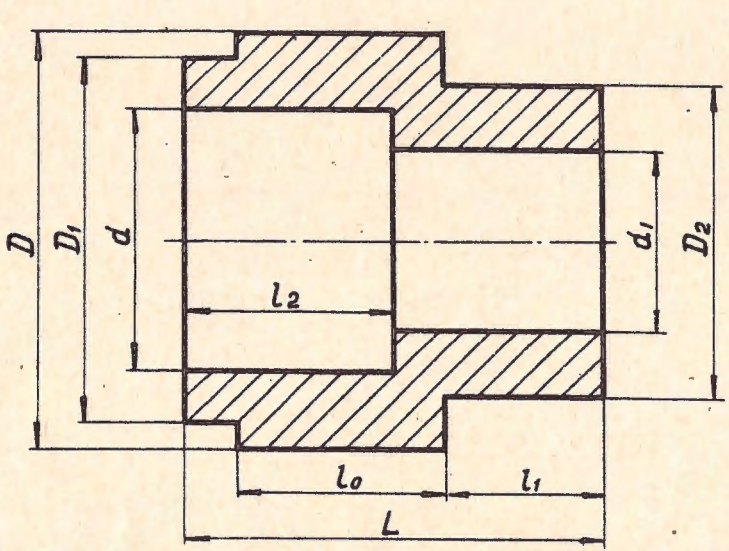
Чертеж № 1

▽5




ЧЕРТЕЖ СТУПЕНЧАТЫХ ВТУЛОК
/Детали набора № 1/

Чертеж №2




ЧЕРТЕЖ СТУПЕНЧАТЫХ ВТУЛОК
/Детали набора № 2/

Бланк № 1

# О Т Ч Е Т

о выполненной лабораторной работе "Измерение длин, наружных и внутренних диаметров штангенинструментами"

| № задания | Наименование измерительного инструмента | № набора | № детали | $D$ | $D_1$ | $D_2$ | $d$ | $d_1$ | $Z$ | $l_0$ | $l_1$ | $l_2$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Штангенциркуль с величиной отсчета 0,1 мм | № 1 | 1<br>2<br>3 | | | | | | | | | | | |
| П | Штангенциркуль с величиной отсчета 0,05 мм<br>Штангенглубиномер с величиной отсчета 0,05 | № 2 | 1<br>2<br>3 | | | | | | | | | | | |
| Ш | Штангенциркуль с величиной отсчета 0,02 мм | № 2 | 1<br>2<br>3 | | | | | | | | | | | |

Дата проведения _____

Фамилия уч-ся _____

Группа _____

Заключение и оценка выполненной работы _____

Подпись преподавателя _____

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

**Тема.** ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ ДИАМЕТРОВ ГЛАДКИМ МИКРОМЕТРОМ

### Цель лабораторной работы

Освоение приемов и отработка навыков измерения микрометром.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Измерение микрометром наружных диаметров деталей - ступенчатых валиков /образцы наборов № 3, № 4/.

### НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Комплекты инструментов.

Микрометры с пределом измерения 0-25 мм - 15 штук.
Микрометры с пределом измерения 25-50 мм - 15 штук.

2. Приспособления.

Универсальные штативы /подставки для микрометров/ с присоединительными размерами 8 мм - 1 штука.
Центра - 1 комплект.

3. Комплекты деталей.

Образцы наборов № 3, № 4 - ступенчатые валики /аттестованные детали/ - 15 партий по 5-6 штук.

4. Документы.

Инструкция по выполнению лабораторной работы.
Отчетные бланки № 2.
Чертежи измеряемых деталей.
Общие аттестаты наборов измеряемых деталей.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Преподаватель при проведении занятия должен наибольшее внимание уделить освоению учащимися приемов и выработке навыков измерения микрометром.

Необходимо добиваться выполнения учащимися измерений наибольшего количества деталей для учебных измерений и уверенной оценки годности размера контролируемой детали по чертежу.

Перед выполнением упражнений на измерения преподаватель должен заострить внимание учащихся на технике измерения, которая кратко заключается в следующем:

### 1. Проверка нулевого показания микрометра

Проверку нулевого показания микрометра производят обычно на нижнем пределе его показаний. Для этого измеряют на микрометре образцовую меру или деталь соответственной формы, размер которой в достаточной степени точно равняется наименьшему пределу измерения инструмента.

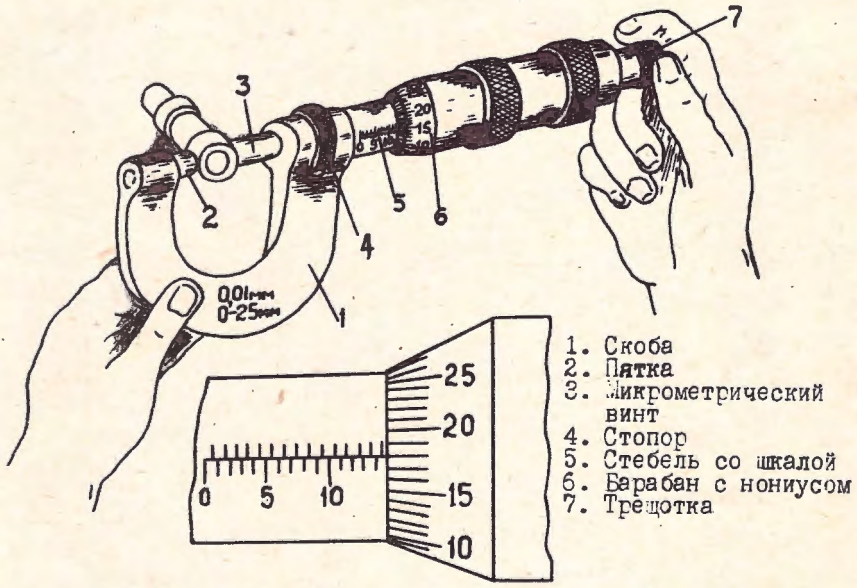
Для инструментов с наименьшими пределами измерения, равными нулю, достаточно совместить обе измерительные плоскости инструмента, обычно с помощью трещотки. При этом инструмент должен давать начальные показания, т.е. отсчетный край барабана должен открыть первый штрих начального деления продольной шкалы /0 или 25, или 50 мм и т.д./, а отсчетный продольный штрих стебля должен указывать на нуль круговой шкалы барабана.

## П. Отсчет размера по микрометру

Отсчет размера по микрометру представляет собой несложную задачу, состоящую из трех самостоятельных частей:

1. Отсчет целых миллиметров и полумиллиметров;
2. Отсчет сотых долей миллиметров.
3. Суммирование полученных результатов.

Рис.1




Отсчет по нониусу 14,68 мм

Изучение порядка отсчета в такой последовательности облегчит усвоение отсчета размеров и предупредит ошибки при измерении размеров, у которых число сотых долей миллиметров больше "50". /Рис.1/.

Рассмотрение первой части рекомендуется проводить следующим образом.

Учащимся задаются вопросы:

1. Если барабан, установленный в нулевом положении, повернуть на один оборот, то какое его деление совпадает с продольной риской шкалы стебля? /очевидно, нулевое/.

2. На какое расстояние сдвинутся измерительные поверхности микрометра при повороте барабана с винтом на один полный оборот?

3. Чему равен шаг микрометрического винта?

4. На сколько сдвинется торцовый край барабана вдоль шкалы стебля, если повернуть барабан с винтом на 2, 3, 10, 11 и 12 оборотов?

Преподаватель поворачивает барабан микрометра на один оборот и показывает положение его отсчетного края относительно шкалы и нулевого деления продольной риски.

То же самое повторяется для двух оборотов, трех оборотов, десяти оборотов и т.д.

Таким образом постепенно открываются деления шкалы стебля от нулевого до пятого и т.д.

После проверки усвоения отсчета целых миллиметров и полумиллиметров можно переходить к правилам отсчета сотых долей миллиметра.

Для быстрейшего уяснения принципа отсчета можно поставить следующие вопросы:

1. Сколько делений имеется на шкале скоса барабана?

2. На сколько сотых долей миллиметра переместится микрометрический винт с барабаном вдоль оси, если повернуть барабан с винтом на 50 делений, т.е. на один оборот?

3. На сколько сотых долей миллиметра переместится микрометрический винт с барабаном, если повернуть барабан на 25; 10; на одно деление?

Ответами учащихся уясняется, что резьба микрометрического винта имеет шаг 0,5 мм , так как при одном полном повороте барабана винт переместится на 0,5 мм. При повороте барабана не на полный оборот /50 делений/, а на одно деление /т.е. на 1/50 часть оборота/ винт переместится на

0,5 : 50 = 0,01 мм.

В результате определяется цена деления шкалы барабана и порядок отсчета сотых долей миллиметра. Остается суммировать результаты показаний двух шкал миллиметров и полумиллиметров на стебле и сотых долей миллиметра на скосе барабана. При суммировании особое внимание уделяется размерам, у которых число сотых долей миллиметра больше "50", так как учащиеся чаще всего ошибаются при чтении таких размеров.

Беседа закрепляется упражнениями, которые разбиваются на две группы:

первая - установка на микрометре;

вторая - непосредственное измерение деталей.

Первая группа упражнений ограничена задачей закрепления правил отсчета размера, вторая обеспечивает окончательное закрепление знаний и навыков всего процесса измерения.

Упражнения на установку размера рекомендуется проводить следующим образом: учащимся выдаются микрометры и даются задания примерно в такой последовательности:

1. Установить микрометры на размеры: 1; 2;3,5;4;4,5; 5; 8; 10; 12,5; 15; 20,5 мм и т.д.

2. Установить микрометры на размеры: 1,01; 1,02; 1,05; 1,07; 1,10; 1,15; 10,20; 12,03; 15,25; 15,35; 10,50 мм и т.д.

На последние упражнения, закрепляющие навыки отсчета наиболее сложных размеров, отводится больше времени.

Проверка правильности установки микрометров на размеры производится преподавателем во время обхода учащихся.

При фиксировании установленного размера учащиеся должны применять устройство для зажима микрометрического винта. Об этом следует предупредить учащихся до начала упражнений и продемонстрировать приемы зажима.

В процессе выполнения этих упражнений преподаватель должен следить, чтобы учащиеся не пользовались весьма распространенным, но неправильным приемом подачи микрометри-

ческого винта путем вращения скобы. Этот прием ведет к порче инструмента.

Ко второй группе упражнений можно приступить лишь после ознакомления учащихся с трещоткой, ее назначением и приемами пользования ею.

В первую очередь надо разъяснить необходимость этого приспособления для передачи постоянного усилия на измеряемые детали. Для этого преподаватель устанавливает между измерительными плоскостями микрометра какую-либо деталь /лучше плоскую/ и показывает, что, если при измерении приложить к барабану различные усилия, показания микрометра будут разные.

Отсюда делается вывод о необходимости строгого ограничения усилий зажима при измерении и демонстрируется работа трещотки, обеспечивающая это ограничение.

Прием пользования трещоткой закрепляется в процессе проведения второй группы упражнений. Для этого следует подобрать детали, у которых часть размеров содержит, помимо целых миллиметров, еще и сотые доли миллиметра, причем число сотых должно превышать "50" /например, 15,57; 18,61; 19,95 и т.д./.

## Ш. Правила измерения микрометром

Для измерения детали следует ее измерительные поверхности совместить с измерительными поверхностями инструмента без перекосов; для этого одну измерительную поверхность инструмента несколько отводят путем вращения барабана и располагают деталь и инструмент таким образом, чтобы измерительные поверхности инструмента и поверхность детали свободно соприкасались между собой. Основное внимание при этом должно быть обращено на то, чтобы исключить перекосы в продольном и поперечном направлениях; после этого, вращением барабана за головку трещотки слегка зажимают деталь и затем ее осторожно поворачивают в обе стороны, следя за показани-

ями инструмента; при этом ищут поворотную точку показания, стопорят инструмент и записывают показания. Измерения обычно производят в нескольких позициях деталей в разных сечениях поверхностей. Результаты дают возможность судить, если это потребуется, о точности формы деталей.

Изложенные правила измерения относятся ко всем разновидностям микрометров и не нуждаются в дифференциации.

## Основные приемы измерения микрометром

Выполнению упражнений предшествует пояснение основных приемов измерения микрометром.

1. Подготовка к измерению.

Отводится микрометрический винт от неподвижной пятки на расстояние, несколько больше, чем диаметр измеряемой поверхности.

Отвод производится вращением барабана тремя пальцами против часовой стрелки /рис. 2/.

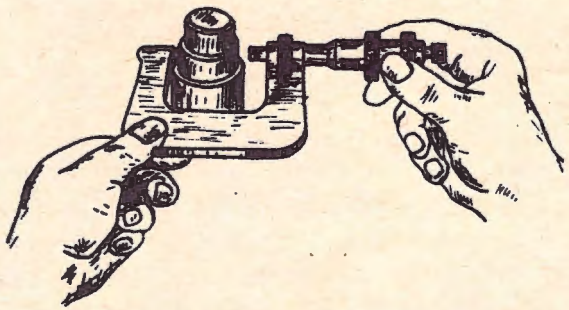


Рис.2 Отвод микрометрического винта

2. Предварительная установка микрометра на размер детали.

Деталь помещают внутри скобы и упирают ее в измерительную поверхность пятки, затем, вращая барабан по часовой стрелке, подводят микрометрический винт до касания с деталью /рис.3/.

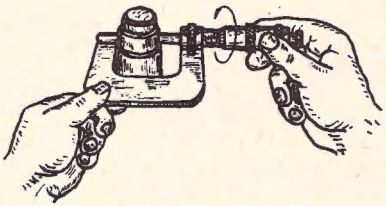


Рис.3 Подвод микрометрического винта до касания с деталью

3. Измерение детали.

Винт отводится от детали на 1/2 - 1 оборот и вновь подводится к ней с помощью трещотки /рис. 4 и 5/.

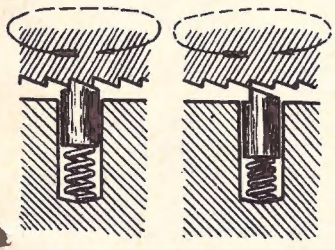


Рис.4 Схема работы трещотки микрометра

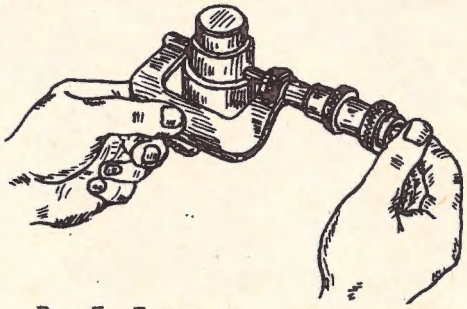


Рис.5 Подвод микрометрического винта с помощью трещотки

4. Закрепление размера на микрометре

Для этой цели используется зажимное устройство /рис. 6/.

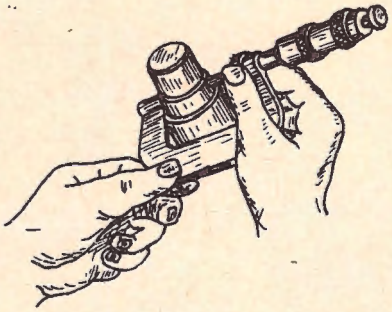


Рис. 6

5. Отсчет размера.

На рис. 7 показано положение микрометра при отсчете размера.

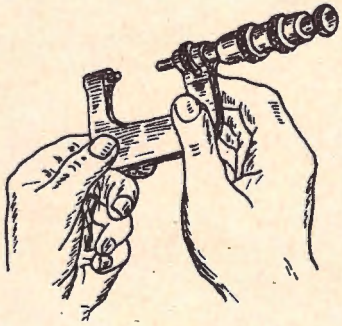


Рис. 7

## ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

1. Измерение детали, установленной на столе /рис.8/.

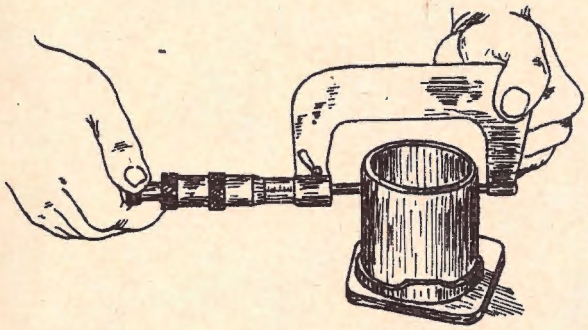


Рис. 8

2. Измерение детали, установленной на призме /рис. 9/.

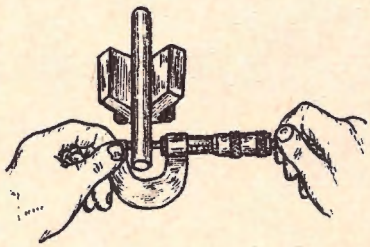


Рис. 9

3. Измерение, когда микрометр закреплен в стойке /рис. 10/.

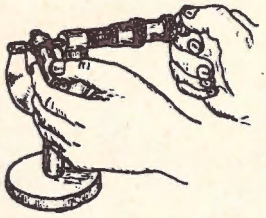


Рис. 10

4. Измерение незакрепленной детали /рис. 11/.

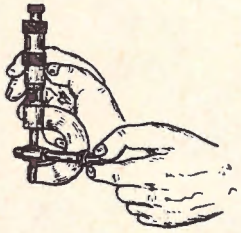


Рис. 11

## В Ы П О Л Н Е Н И Е  Р А Б О Т Ы

### 1. ВВОДНАЯ БЕСЕДА

1. Проверка теоретических знаний о гладком микрометре. Вызов к доске 1-2 учащихся.

2. Показ приемов установки микрометра на "0" с повторением всеми учащимися приемов установки /проверка инструмента о пригодности его к измерению/.

3. Объяснение отсчета показаний микрометра; дать задания:

а/ установить на 10,00 мм ;
б/ установить на 10,25 мм ;
в/ установить на 10,45 мм ;
г/ установить на 10,95 мм ;
д/ установить на 12,85 мм ;
е/ установить на 15,35 мм.

4. Показ приемов измерения детали гладким микрометром при положении детали в руках и на столе.

Проверка правильности приемов измерения у 1-2 учащихся.

5. Измерение всеми учащимися микрометром размера аттестованной детали.

Опрос 6-8 учащихся по результатам измерения с проверкой ответов по общему аттестату и объявлением результата - величины, знака ошибки и причины ее.

Например, учащийся отвечает:

"Набор № 3, деталь № 8, размер 10,49 мм "

Преподаватель говорит:

"По аттестату у детали № 8 размер равен 10,47 мм, ошибка равна + 0,02 мм.

Причина - перекос при измерении и недостаточный прижим измерительных поверхностей к поверхности измеряемой детали при помощи трещотки".

6. Сведения о микрометре с пределами измерения от 25-50 мм.

Показ приемов проверки микрометра о пригодности его к измерению.

Объяснение отсчета показаний микрометра.

П. Ознакомление с инструкцией по выполнению лабораторной работы и с чертежами аттестованных деталей, измеряемых микрометром.

Ш. Измерения деталей согласно заданию.

Результаты измерения занести в форму отчета.

# ИНСТРУКЦИЯ

## к лабораторной работе №2

I-ое задание. Измерить диаметры полученных образцов микрометром с пределом измерения 0-25 мм.

Перед измерением деталей проверить пригодность инструмента для измерений.

Проверить детали на предмет пригодности их к измерениям.

Произвести измерения аттестованных деталей - ступенчатых валиков /чертеж № 3/.

Результаты измерений, действительные размеры занести в форму отчета.

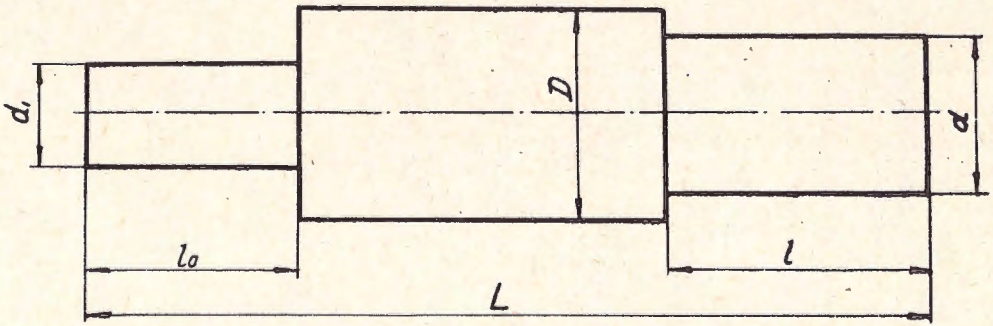
2-ое задание. Измерить диаметры полученных образцов микрометром с пределом измерения 25-50 мм.

/чертеж № 4/.

Порядок выполнения такой же, как I-го задания.

ЧЕРТЕЖ № 3

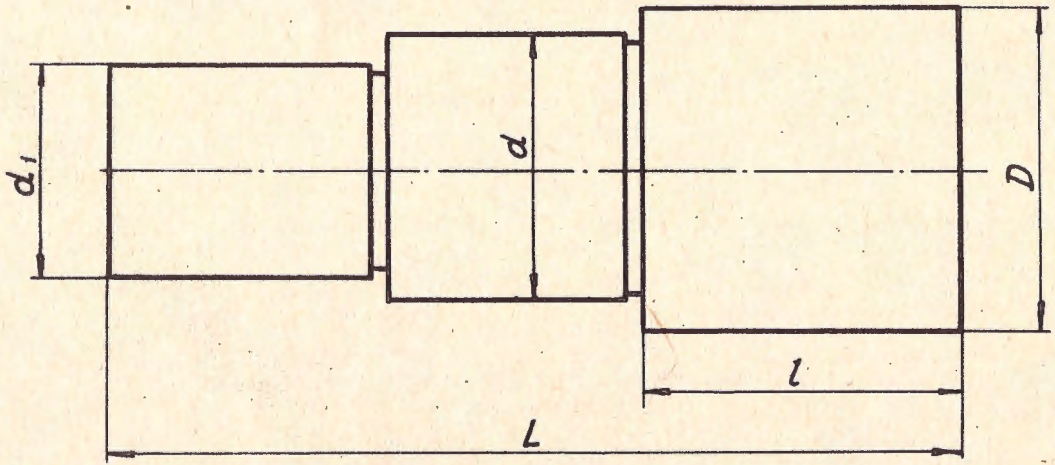
▽7




ЧЕРТЕЖ СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛИКОВ
/детали набора № 3/

ЧЕРТЕЖ № 4

▽7




ЧЕРТЕЖ СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛИКОВ
/детали набора № 4/

Бланк № 2

# О Т Ч Е Т

о выполненной лабораторной работе "Измерение и контроль наружных цилиндрических поверхностей гладким микрометром"

| № задания | Наименование измерительного инструмента | № набора | № детали | $D$ | $d$ | $d_1$ | $\mathcal{L}$ | | $e$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Гладкий микрометр от 0-25 мм | № 3 | | | | | | | |
| 2 | Гладкий микрометр от 25-50 мм | № 4 | | | | | | | |

Дата проведения _____

Фамилия уч-ся _____

Группа _____

Заключение и оценка выполненной работы _____

Подпись преподавателя _____

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

**Тема.** ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ УНИВЕРСАЛЬНЫМИ УГЛОМЕРНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

### Цель лабораторной работы

Освоение приемов измерения углов деталей наборов № 5 и № 6 универсальными угломерами и чтение размеров по шкалам угломеров.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Выполнение учащимися приемов настройки угломеров с нониусом типа 1 /системы Кушникова/ и типа П /системы Семенова/ для измерения углов деталей.

2. Выполнение учащимися приемов измерения углов деталей /образцы набора № 5/, определение размеров по шкалам.

3. Измерение углов деталей из набора № 5 и № 6 согласно заданию и занесение результатов измерения в форму отчета.

### КОМПЛЕКТЫ ИНСТРУМЕНТОВ

Угломеры с нониусом типа 1 /системы Кушникова/ - 15 шт.
Угломеры с нониусом типа П /системы Семенова/ - 15 шт.
Оптические угломеры - 5 шт.

### КОМПЛЕКТЫ ДЕТАЛЕЙ

Аттестованные детали /наборы № 5 и № 6/.

## Документы

Инструкция по выполнению лабораторной работы.
Отчетные бланки № 3
Чертежи измеряемых деталей.
Аттестаты наборов деталей № 5 и № 6.

## Наглядные пособия

Плакаты "Техника измерения".

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

1. Угломеры с ноиусом /ГОСТ 5378-50/.

### Пределы измерения

Угломером типа 1 - от $0^{\circ}$ до $180^{\circ}$.
Угломером типа П - от $0^{\circ}$ до $320^{\circ}$.
Величины отсчета по ноиусу 2' /две минуты/.

Предельная погрешность метода:

| Длина контакта в мм. | до 2 | от 2 до 5 | от 5 до 20 | свыше 20 |
|---|---|---|---|---|
| Погрешность в минутах | ± 10 | ± 5 | ± 4 | ± 2 |

П. Оптический угломер /цена делений = 10 мин./

## КОНСТРУКЦИИ УГЛОМЕРОВ

ГОСТ 5378-50 предусматривает две конструкции угломеров с ноиусом:

1. УГЛОМЕР ТИПА I /рис. 1/.

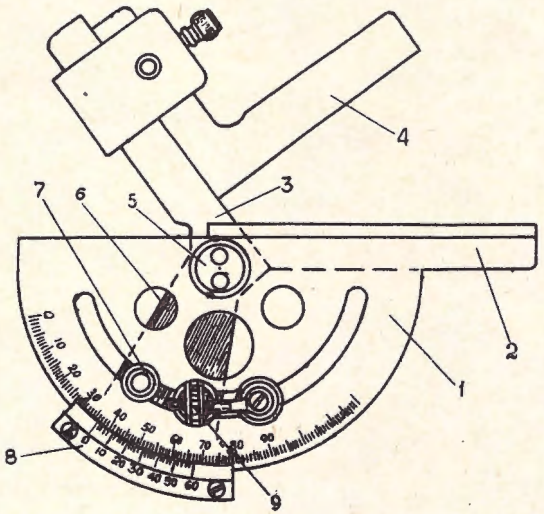
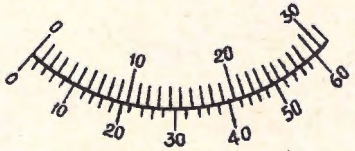



Рис.1

Построение нониуса угломера




1-Основание
2- Линейка основания
3-Линейка подвижная
4-Угольник
5- Ось
6-Сектор
7-Стопор
8- Нониус
9-Микрометрическая подача

2. Угломер типа II /рис. 2/

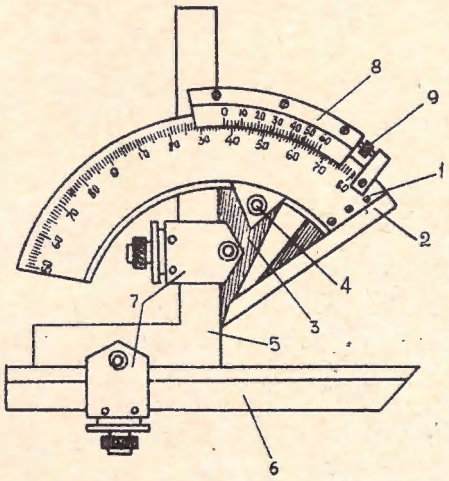
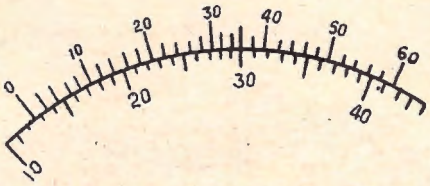



Рис. 2

Построение нониуса угломера




1-Основание
2-Линейка основания
3 - Сектор
4-Стопор
5-Угольник
6 - Линейка съемная
7-Державки
8-Нониус
9-Микрометрическая подача

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Способы измерения и принцип отсчета величины угла следует объяснять на угломере типа I /системы Кушникова/, так как этот угломер значительно проще, чем угломер типа II /системы Семенова/.

Градусный нониус рассматривается по аналогии с нониусом штангенциркуля, при этом принцип отсчета обычно усваивается без труда. После этого можно переходить к изучению способов измерения углов угломером типа II. Так как градусная шкала, нониус и принцип отсчета изучены на угломере типа 1, то при изучении отсчета величин углов на угломере типа II необходимо рассмотреть особенности его конструкции и приспособления к нему, используемые при измерении углов, расположенных в различных диапазонах, а также принцип отсчета величин углов по четырехдиапазонной градусной шкале.

Настройка угломера на измерение углов, расположенных в различных диапазонах, изучается с помощью угломера и схем настройки угломера типа II /рис.3-6/.

Показываются приемы установки приспособлений для измерения углов. Настройка угломера на каждый диапазон сопровождается демонстрацией измерения соответствующего угла детали.

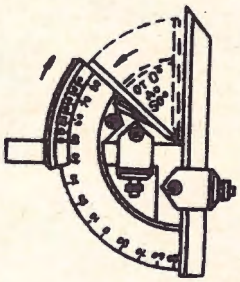
При проведении лабораторного занятия преподаватель должен учесть, что учащиеся впервые сталкиваются с использованием просвета между измерительными плоскостями и поверхностями детали как фактора, характеризующего правильность установки угломера по углу детали, а также с выполнением отсчета по угловым шкалам и нониусу угломера.

Для закрепления приемов измерения необходимо добиваться, чтобы учащиеся сделали наибольшее количество настроек угломеров на различные углы.

## НАСТРОЙКА

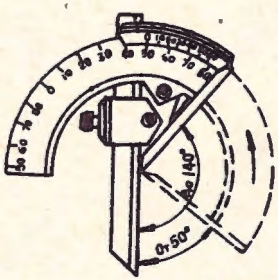
угломера типа П для измерения углов в диапазонах:

Рис. 3



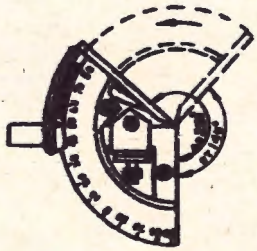
От $0^{\circ}$ до $50^{\circ}$

Рис. 4



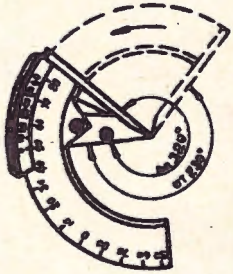
От $50^{\circ}$ до $140^{\circ}$

Рис. 5



От $140^{\circ}$ до $230^{\circ}$

Рис. 6



От $230^{\circ}$ до $320^{\circ}$

Оптический угломер дает возможность отсчитывать градусы и минуты с помощью лупы, вмонтированной в корпус угломера.

Внешний вид оптического угломера показан на рис. 7

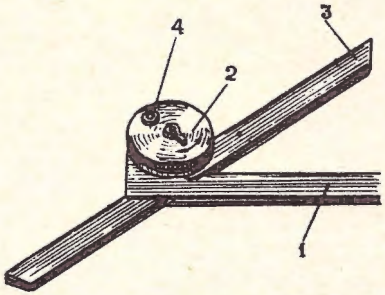



Рис. 7

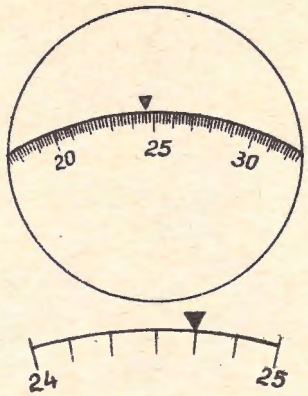
Основные части оптического угломера: основная линейка "1" с диском, который имеет деления, заключены в специальный корпус "2".

Подвижная линейка "3" может поворачиваться вокруг центра диска основной линейки, а также может перемещаться в продольном направлении. Кроме того, оптический угломер снабжен лупой "4", с помощью которой производится отсчет результатов полученных измерений.

Для закрепления подвижной линейки в нужном положении служит зажимной рычаг.

Оптический угломер, приведенный на рисунке, не имеет нониуса, так как сама шкала делительного диска имеет деления, дающие возможность отсчитывать результат измерения /цена делений = 10 минут/.

Устройство шкалы /в увеличенном виде/ показано на рис. 8




Шкала оптического угломера

Рис.8

Шкала имеет градусные интервалы, разделенные на шесть частей, т.е. каждое деление соответствует $60' : 6 = 10'$ /десять минут/.

Чтение показаний оптического угломера не требует особых указаний; в случае, приведенном на рис.8, измеряемый угол равен $24^{\circ}40'$.

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

I. В в о д н а я  б е с е д а.

1. Краткое повторение теоретического курса об угломерах типа I и II.

2. Показ приемов настройки угломера типа I для измерения углов от $0^{\circ}$ до $90^{\circ}$ и от $90^{\circ}$ до $180^{\circ}$; показ приемов измерения углов /например: $15^{\circ}10'$, $30^{\circ}22'$, $45^{\circ}34'$, $60^{\circ}46'$, $75^{\circ}58'$, $134^{\circ}30'$ и т.д./.

3. Показ приемов настройки угломера типа II для измерения наружных углов от $0^{\circ}$ до $50^{\circ}$, от $50^{\circ}$ до $140^{\circ}$, от $140^{\circ}$ до $180^{\circ}$ и внутренних углов от $130^{\circ}$ до $180^{\circ}$ и от $40^{\circ}$ до $130^{\circ}$ /рис.9-10/.

Показ приемов измерения этих углов.

4. Повторение всеми учащимися приемов настройки угломера типа II на наружные углы $15^{\circ}10'$, $30^{\circ}20'$, $45^{\circ}30'$, $60^{\circ}40'$, $75^{\circ}50'$, $134^{\circ}30'$, $150^{\circ}40'$ и на внутренние углы $160^{\circ}20'$, $90^{\circ}50'$ и приемов отсчета величин этих углов.

НАСТРОЙКА УГЛОМЕРА ТИПА II ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННИХ УГЛОВ

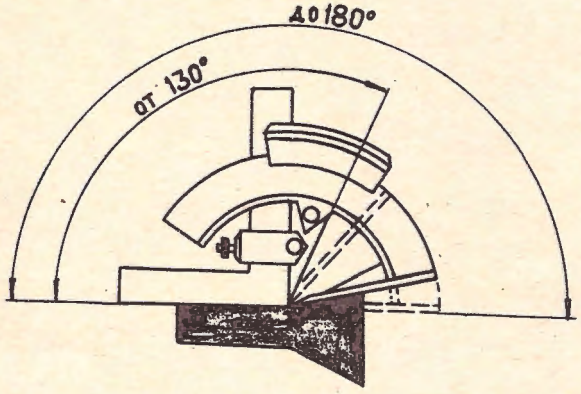



Рис. 9. Измерение внутренних углов от $130^{\circ}$ до $180^{\circ}$

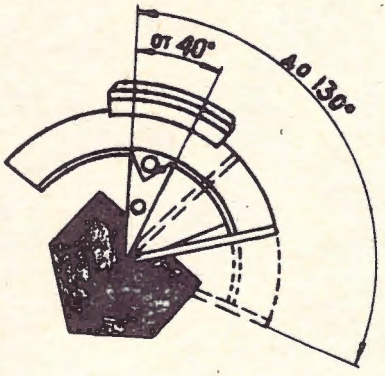



Рис.10. Измерение внутренних углов от $40^{\circ}$ до $130^{\circ}$

5. Измерение углов аттестованных деталей набора № 5 угломерами с нониусом обоих типов; опрос учащихся о результатах измерения с объяснением величины и знака ошибок.

П. Ознакомление с приемами измерения оптическим угломером и чтением показаний величины углов.

Ш. Ознакомление с инструкцией по выполнению лабораторной работы и с чертежами деталей наборов № 5 и № 6.

1У. Измерение углов деталей наборов № 5 и № 6 с заполнением отчетного бланка о результатах измерения.

# ИНСТРУКЦИЯ

к лабораторной работе № 3

1-ое задание. Измерить углы /$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ / деталей из набора № 5 угломером типа I.

Величина отсчета по нониусу 2' /две минуты/.

1. Перед измерением деталей проверить угломер на пригодность его к измерению.

а/ Внешний осмотр угломера.

На наружных поверхностях деталей угломера не должно быть пятен, царапин, забоин и других дефектов, влияющих на точность измерения и портящих внешний вид угломера.

Подвижные детали угломера должны перемещаться плавно, без качки и надежно закрепляться в требуемом положении.

б/ Проверка нулевого показания угломера

При плотном сдвигании измерительных поверхностей они должны настолько точно соприкасаться своими поверхностями, чтобы между ними не было просвета, в противном случае снятый размер окажется неточным - меньшим на величину просвета.

При проверке нулевого показания угломера нулевой штрих градусной шкалы и нулевой штрих нониусной шкалы должны точно совпадать.

2. Проверить детали на предмет пригодности их к измерению.

3. Произвести требуемые измерения углов деталей набора № 5 и результаты записать в бланк отчета.

Измеряя угол детали, отпускают стопор и накладывают измерительные поверхности угломера на поверхности измеряемого угла детали. При этом измерительная поверхность линейки основания одной рукой как можно плотнее прижимается к

одной из поверхностей измеряемого угла, другой рукой плавно подводится подвижная измерительная поверхность линейки сектора до соприкосновения ее с другой поверхностью измеряемого угла детали. Положение измерительных поверхностей закрепляется стопором, после чего читается действительная величина измеренного угла.

Точная установка измерительной поверхности сектора относительно измерительной поверхности линейки основания осуществляется микрометрической подачей путем вращения гайки с накаткой.

Отсчет, полученный при измерении угловых величин или при установке заданного угла, производится по градусной шкале и нониусу следующим образом: нулевой штрих нониуса показывает число градусов, а штрих нониуса, совпадающий со штрихом градусной шкалы основания - число минут.

П-ое задание. Измерить углы / $\alpha, \beta, \gamma$ / деталей набора № 6 угломером с нониусом типа П. Величина отсчета по нониусу 2′ /две минуты/. Порядок выполнения такой же, как 1-го задания.

Бланк № 3

# О Т Ч Е Т

## О ВЫПОЛНЕННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ "ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ УНИВЕРСАЛЬНЫМИ УГЛОМЕРНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ"

Фамилия учащегося _____

Группа _____

Дата проведения _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

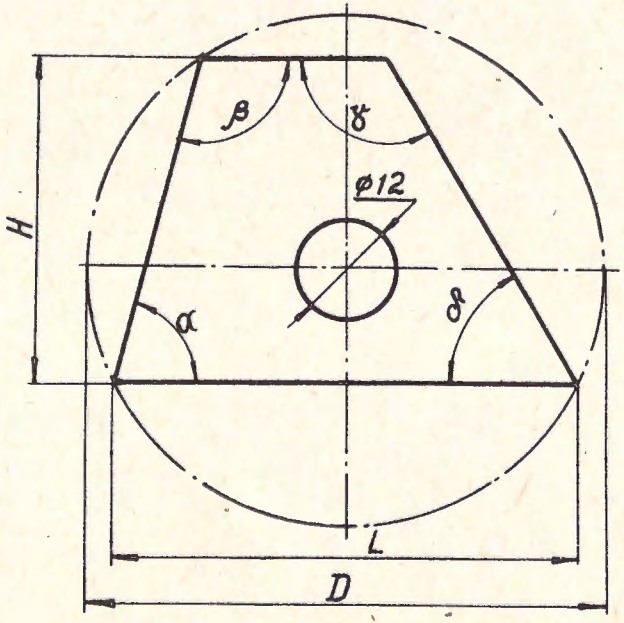
| № задания | Наименование измерительного инструмента | № набора | № детали | Углы и числовые значения измеренных углов | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | $\delta$ |
| 1 | Угломер типа 1 | № 5 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 2 | Угломер типа П | № 6 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

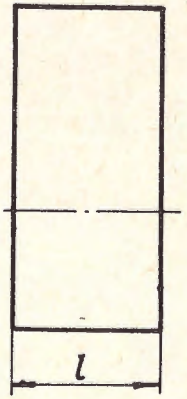
Заключение и оценка выполненной работы _____

Подпись преподавателя _____

ЧЕРТЕЖ № 5

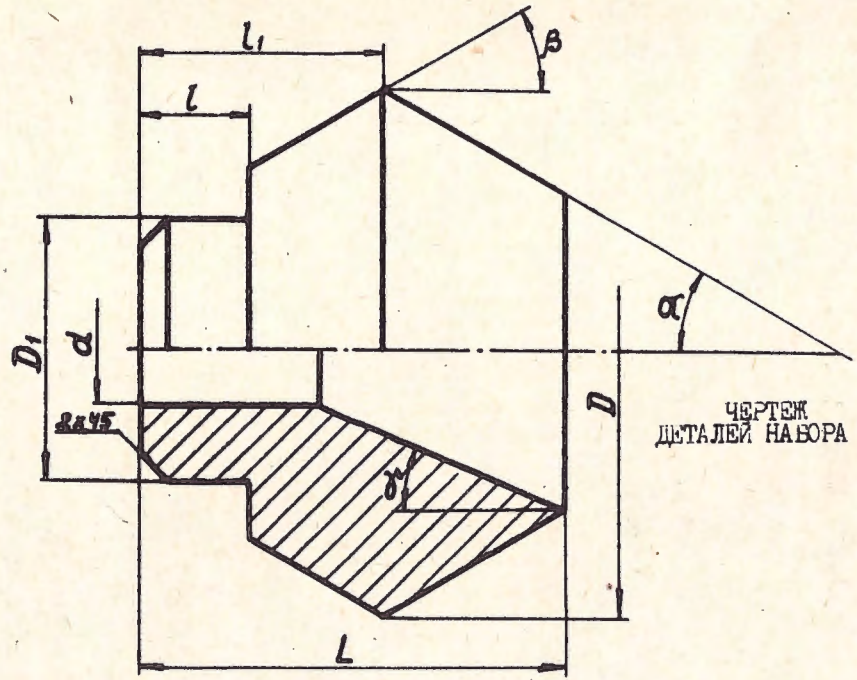
▽ 5




ЧЕРТЕЖ
ДЕТАЛЕЙ НАБОРА № 5

ЧЕРТЕЖ № 6




ЧЕРТЕЖ
ДЕТАЛЕЙ НАБОРА № 6

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

**Тема.** ВИДЫ ПОСАДОК В СИСТЕМАХ ДОПУСКОВ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Упражнения в определении посадок в системах отверстия и вала по числовым значениям предельных отклонений от номинальных размеров.

### Пособия, необходимые для выполнения работы

Таблицы предельных отклонений в системе отверстия и системе вала.

### ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Рассмотреть принципы составления таблиц допусков по системе отверстия и системе вала.

Определить принципиальные различия и сходства систем отверстия и вала.

Определить порядок выбора и назначения посадок.

Заполнить форму отчета исходными данными.

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

I. Вычислить предельные размеры, величины допусков. Определить по таблицам допусков системы допусков, классы точности, виды посадок. Результаты занести в форму отчета.

2. Дать схемы полей допусков согласно заданию.

# Отчет

## о выполненной лабораторной работе

## „Виды посадок в системах допусков"

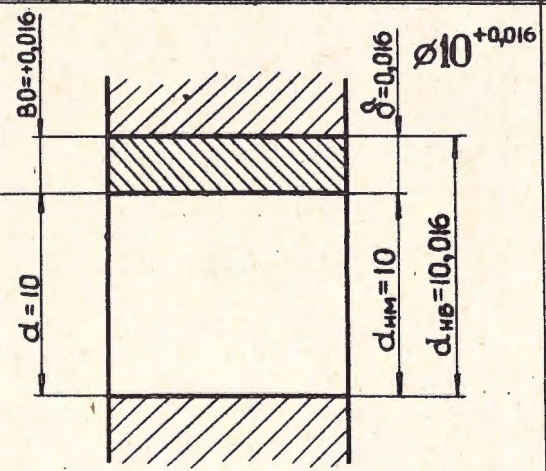
| | | Задание №1 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| № п/п | Определить: | Размеры отверстий и валов | | | |
| | | отв. | $10^{+0,016}$ | $59^{+0,030}$ | $180^{+0,530}$ |
| | | вал | $10^{+0,020}_{+0,010}$ | $59_{-0,020}$ | $180^{-0,260}_{-0,800}$ |
| 1 | Номинальные размеры | | 10 | 59 | 180 |
| 2 | Наибольшие предельные размеры отверстий | | 10,016 | 59,030 | 180,530 |
| 3 | Наименьшие предельные размеры отверстий | | 10 | 59 | 180 |
| 4 | Наибольшие предельные размеры валов | | 10,020 | 59 | 179,740 |
| 5 | Наименьшие предельные размеры валов | | 10,010 | 58,980 | 179,200 |
| 6 | Величины допусков на размеры отверстий | | 0,016 | 0,030 | 0,530 |
| 7 | Величины допусков на размеры валов | | 0,010 | 0,020 | 0,540 |
| 8 | Системы допусков | | А | А | А |
| 9 | Виды посадок | | Г | С | Х |
| 10 | Классы точности | | 2 | 2 | 5 |

Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

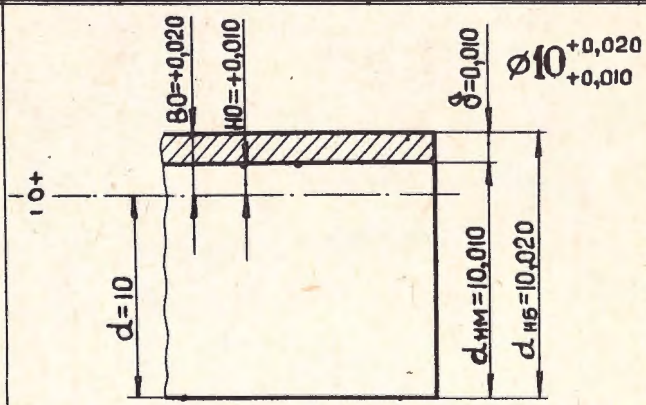
# Схемы полей допусков (Лист № 1)

Сопряжение I

## Отверстие



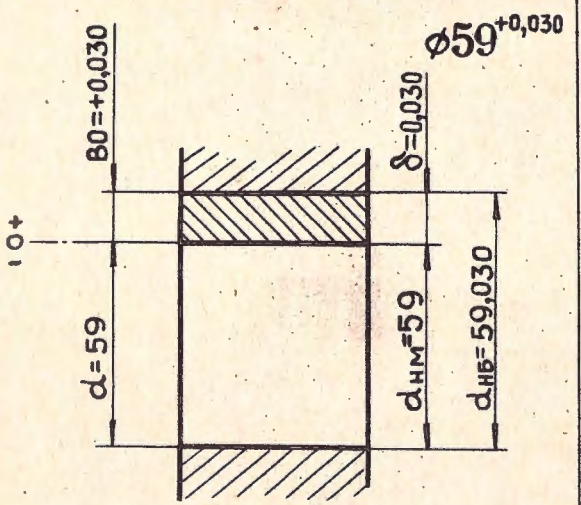
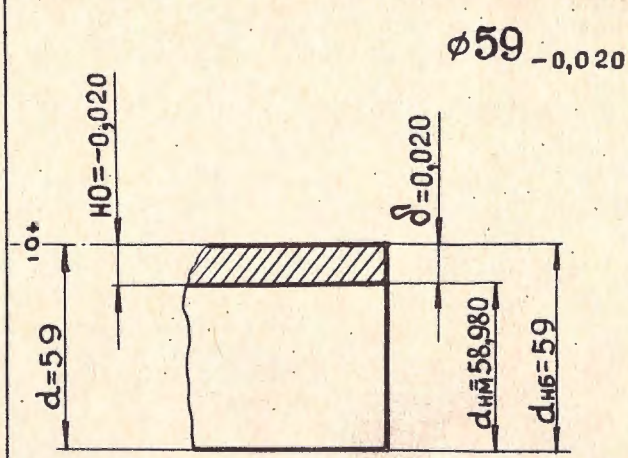

## Вал




**Задание № 1** Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# Схемы полей допусков (Лист №2)

Сопряжение II

| Отверстие | Вал |
|---|---|
|  |  |



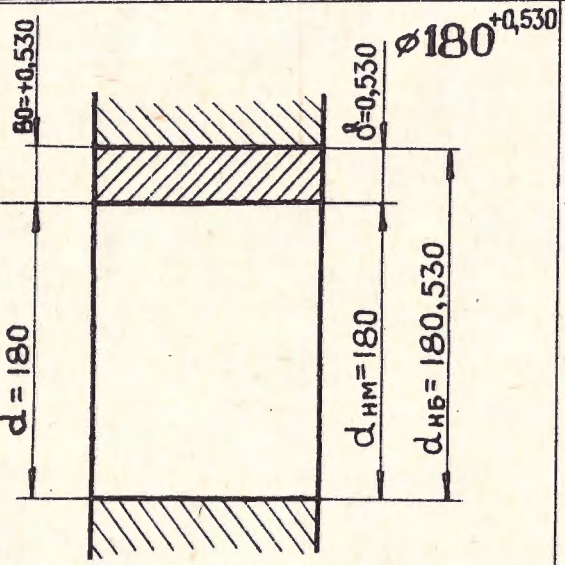


**Задание №1** Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

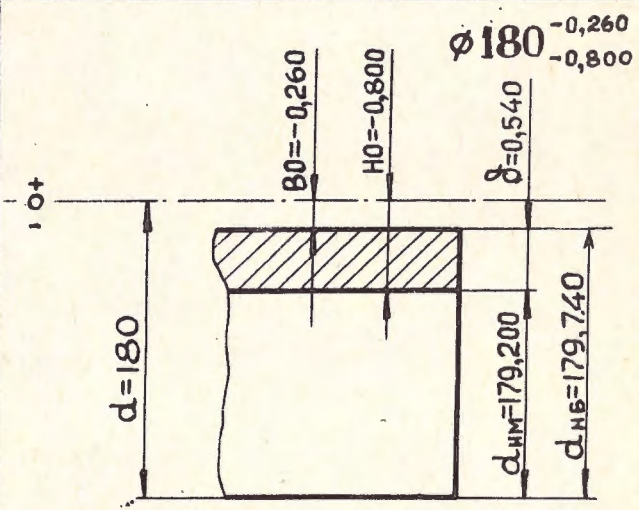
# Схемы полей допусков (Лист № 3)

Сопряжение III

## Отверстие




## Вал




**Задание № 1** Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# Упражнения к лабораторной работе №4 (Лист №1)

| №Задания | Работа I | | | | | Работа II | | | | | Работа III | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | |
| | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности |
| 1 | $10^{+0,016}$ | $10^{+0,020}_{+0,010}$ | А | Г | 2 | $59^{+0,030}$ | $59_{-0,020}$ | А | С | 2 | $180^{+0,530}$ | $180^{-0,250}_{-0,800}$ | А | Х | 5 |
| 2 | $27^{+0,023}$ | $27^{+0,017}_{+0,002}$ | А | Н | 2 | $89^{-0,010}_{-0,045}$ | $89_{-0,023}$ | В | Г | 2 | $349^{+0,340}$ | $349^{-0,170}_{-0,500}$ | А | Х | 4 |
| 3 | $32^{+0,039}$ | $32^{+0,015}_{-0,010}$ | А | П | 2а | $57^{+0,042}_{+0,012}$ | $57_{-0,020}$ | В | Д | 2 | $276^{+0,100}$ | $276^{-0,210}_{-0,380}$ | А | Ш | 3 |
| 4 | $19^{-0,006}_{-0,030}$ | $19_{-0,014}$ | В | Г | 2 | $84^{+0,035}$ | $84^{+0,140}_{+0,105}$ | А | Гр | 2 | $346^{+0,340}$ | $346_{-0,340}$ | В | С | 4 |
| 5 | $40^{+0,018}_{-0,008}$ | $40_{-0,017}$ | В | П | 2 | $58^{+0,060}$ | $58^{+0,165}_{+0,090}$ | А | Пр2 | 3 | $181^{+0,600}$ | $181^{-0,300}_{-0,900}$ | А | Х | 5 |
| 6 | $11^{-0,005}_{-0,024}$ | $11_{-0,012}$ | В | Г | 2 | $86^{+0,230}$ | $86^{-0,460}_{-0,700}$ | А | Ш | 4 | $333^{+0,340}$ | $333^{-0,340}_{-0,680}$ | А | Л | 4 |
| 7 | $23_{-0,023}$ | $23_{-0,014}$ | В | Т | 2 | $41^{+0,060}_{+0,025}$ | $41_{-0,017}$ | В | Х | 2 | $282^{+0,100}$ | $282_{-0,100}$ | А | С | 3 |
| 8 | $18^{+0,120}$ | $18^{-0,120}_{-0,240}$ | А | Л | 4 | $87^{+0,021}$ | $87_{-0,015}$ | В | С | 1 | $327^{+0,340}$ | $327^{-0,170}_{-0,500}$ | А | Х | 4 |
| 9 | $34^{+0,015}$ | $34_{-0,011}$ | А | С | 1 | $42^{+0,039}$ | $42_{-0,025}$ | В | С | 2а | $182^{+0,045}$ | $182^{+0,016}_{-0,016}$ | А | П | 2 |

# Упражнения к лабораторной работе №4 (Лист № 2)

| № задания | Работа I | | | | | Работа II | | | | | Работа III | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | |
| | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности |
| 10 | $28^{+0,004}_{-0,029}$ | $28_{-0,021}$ | В | Т | 2а | $81^{+0,035}$ | $81^{+0,070}$ | А | Пл | 2 | $326^{+0,084}$ | $326^{+0,471}_{+0,390}$ | А | Пр2 | 2а |
| 11 | $12^{+0,015}_{-0,012}$ | $12_{-0,018}$ | В | П | 2а | $73_{-0,030}$ | $73_{-0,020}$ | В | Т | 2 | $324^{+0,050}$ | $324^{+0,400}_{+0,350}$ | А | Гр | 2 |
| 12 | $35^{+0,007}_{-0,020}$ | $35_{-0,017}$ | В | Н | 2 | $75^{+0,046}$ | $75^{+0,050}_{+0,020}$ | А | Г | 2а | $271^{+0,100}$ | $271^{+0,555}_{+0,465}$ | А | Пр3 | 3 |
| 13 | $21^{+0,023}$ | $21^{-0,040}_{-0,070}$ | А | Л | 2 | $56_{-0,030}$ | $56_{-0,020}$ | В | Т | 2 | $311^{+0,030}$ | $311^{+0,040}_{+0,018}$ | А | Т | 1 |
| 14 | $13^{+0,011}$ | $13^{+0,036}_{+0,028}$ | А | Пр2 | 1 | $71^{+0,030}$ | $71^{+0,065}_{+0,045}$ | А | Пр | 2 | $183^{+0,045}$ | $183^{+0,145}_{+0,115}$ | А | Пр | 2 |
| 15 | $17^{-0,005}_{-0,024}$ | $17_{-0,012}$ | В | Г | 2 | $3^{+0,120}$ | $3_{-0,120}$ | В | С | 5 | $302^{+0,030}$ | $302^{-0,018}_{-0,040}$ | А | Д | 1 |
| 16 | $29^{+0,030}_{+0,008}$ | $29_{-0,014}$ | В | Д | 2 | $78^{+0,060}$ | $78^{+0,135}_{+0,075}$ | А | Пр1 | 3 | $199^{+0,027}$ | $199_{-0,020}$ | В | С | 1 |
| 17 | $14^{+0,019}$ | $14^{-0,045}_{-0,075}$ | А | Ш | 2 | $43^{+0,125}_{+0,075}$ | $43_{-0,017}$ | В | Ш | 2 | $287^{+0,050}$ | $287_{-0,035}$ | В | С | 2 |
| 18 | $23^{+0,008}_{-0,006}$ | $23_{-0,009}$ | В | П | 1 | $79^{+0,060}$ | $79^{+0,135}_{+0,075}$ | А | Пр1 | 3 | $184^{+0,073}$ | $184_{-0,047}$ | В | С | 2а |

# Упражнения к лабораторной работе №4 (Лист 3)

| № задания | Работа I | | | | | Работа II | | | | | Работа III | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | | Числовое значение предельных отклонений | | Поле допуска | | |
| | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности | Размер отверстия | Размер вала | Основание системы | Вид посадки | Класс точности |
| 19 | $16^{+0,035}$ | $16_{-0,035}$ | В | С | 3 | $54^{+0,400}_{+0,200}$ | $54_{-0,200}$ | В | Л | 4 | $291^{+0,084}$ | $291^{+0,058}_{+0,004}$ | А | Н | 2а |
| 20 | $15^{+0,240}$ | $15^{-0,120}_{-0,360}$ | А | Х | 5 | $60^{+0,600}_{+0,200}$ | $60_{-0,400}$ | В | Х | 5 | $185^{+0,045}$ | $185^{+0,035}_{+0,004}$ | А | Н | 2 |
| 21 | $36^{+0,160}_{+0,075}$ | $36_{-0,050}$ | В | Ш | 3 | $99^{+0,235}_{+0,120}$ | $99_{-0,070}$ | В | Ш | 3 | $198^{+0,045}$ | $198\pm0,016$ | А | П | 2 |
| 22 | $26^{+0,023}$ | $26^{+0,017}_{+0,002}$ | А | Н | 2 | $40^{+0,039}$ | $40^{+0,042}_{+0,017}$ | А | Г | 2а | $296^{+0,050}$ | $296\pm0,018$ | А | П | 2 |
| 23 | $31^{+0,015}$ | $31^{+0,014}_{+0,002}$ | А | Н | 1 | $50^{+0,027}$ | $50^{+0,035}_{+0,018}$ | А | Г | 2 | $197^{+0,027}$ | $197^{-0,016}_{-0,036}$ | А | Д | 1 |
| 24 | $31^{+0,340}_{+0,170}$ | $31_{-0,170}$ | В | Л | 4 | $76^{+0,030}$ | $76^{-0,030}_{-0,060}$ | А | Х | 2 | $361^{+0,095}$ | $361_{-0,062}$ | В | С | 2а |
| 25 | $37^{+0,015}$ | $37^{-0,009}_{-0,020}$ | А | Д | 1 | $80^{+0,600}_{+0,200}$ | $80_{-0,400}$ | В | Х | 5 | $292^{+0,050}$ | $292_{-0,035}$ | В | С | 2 |
| 26 | $30^{+0,420}_{+0,280}$ | $30_{-0,140}$ | В | Ш | 4 | $100^{+0,035}$ | $100^{-0,080}_{-0,125}$ | А | Л | 2 | $196^{+0,045}$ | $196^{-0,022}_{-0,052}$ | А | Д | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

## ТЕМА: ВЫЧИСЛЕНИЕ ДОПУСКОВ НА РАЗМЕРЫ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

УПРАЖНЕНИЯ В ВЫЧИСЛЕНИИ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ПО ТАВЛИЦАМ.

### ПОСОБИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

ТАБЛИЦЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ОТВЕРСТИЯ И ВАЛА В СИСТЕМАХ ОТВЕРСТИЯ И ВАЛА.

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

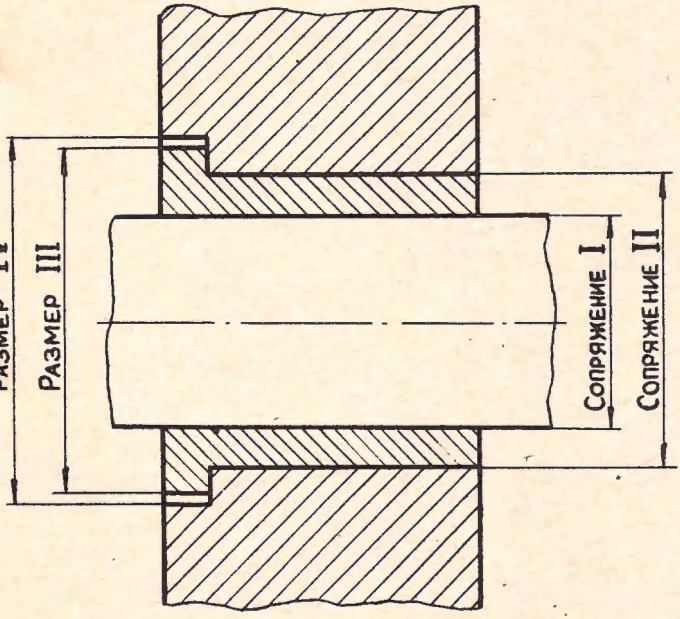
1. ПОДГОТОВИТЬ ВЛАНК ОТЧЁТА.

ПО ТАБЛИЦАМ ДОПУСКОВ ОПРЕДЕЛИТЬ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ, ВЫЧИСЛИТЬ ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕЛИЧИНЫ ДОПУСКОВ.

ЗАПИСАТЬ ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ В ФОРМУ ОТЧЁТА.

2. ИЗОБРАЗИТЬ ГРАФИЧЕСКИ ПОЛЯ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ СОПРЯЖЕНИЙ I И II И РАЗМЕРА III.

# Эскиз
## сопряжённых деталей



# Отчет

## о выполненной лабораторной работе

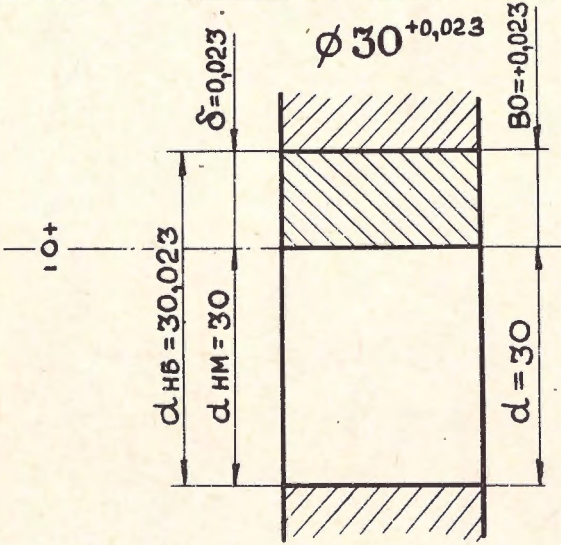
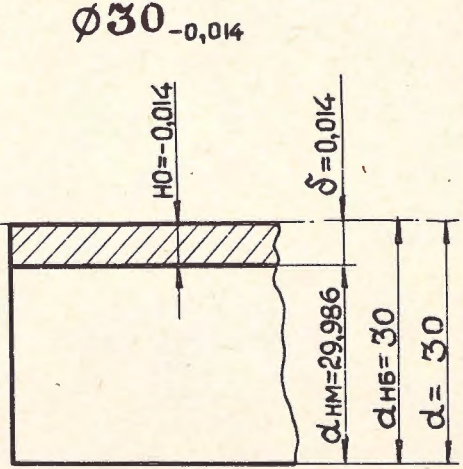
## „Вычисление допусков на размеры"

**Задание № 1**

| № п/п | Пользуясь таблицами допусков определить: | Заданные сопряжения и размер к эскизу | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | | II | | III | |
| | | $30\frac{A}{C}$ | | $50\frac{A}{X}$ | | 80B | |
| | | Отв. | Вал | Отв. | Вал | Отв. | Вал |
| 1 | Основания систем допусков | A | A | A | A | – | B |
| 2 | Простановка размеров отверстий и валов на рабочих чертежах деталей | 30A | 30C | 50A | 50X | – | 80B |
| 3 | Номинальные размеры | 30 | 30 | 50 | 50 | – | 80 |
| 4 | Верхние отклонения | +0,023 | 0 | +0,027 | -0,025 | – | 0 |
| 5 | Нижние отклонения | 0 | -0,014 | 0 | -0,050 | – | -0,020 |
| 6 | Простановка размеров с числовыми значениями предельных отклонений | $30^{+0,023}$ | $30_{-0,014}$ | $50^{+0,027}$ | $50^{-0,025}_{-0,050}$ | – | $80_{-0,020}$ |
| 7 | Наибольшие предельные размеры | 30,023 | 30 | 50,027 | 49,975 | – | 80 |
| 8 | Наименьшие предельные размеры | 30 | 29,986 | 50 | 49,950 | – | 79,980 |
| 9 | Величины допусков на размеры | 0,023 | 0,014 | 0,027 | 0,025 | – | 0,020 |

Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# Графические изображения полей допусков (Лист №1)

| Сопряжение I | Отверстие | Вал |
|---|---|---|
| |  |  |

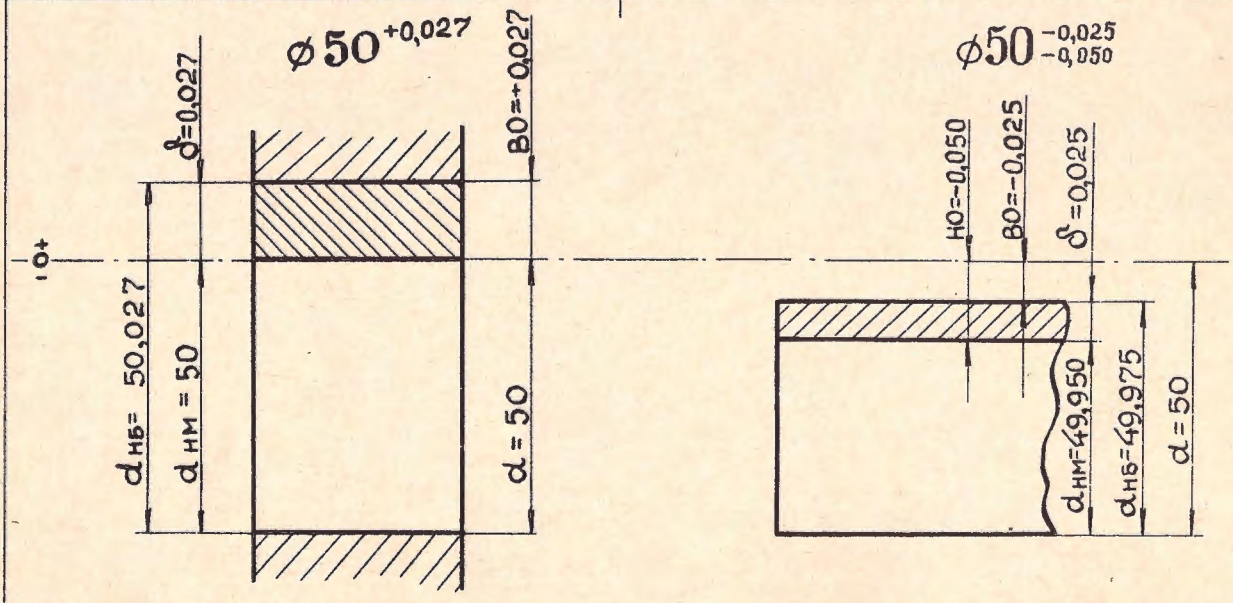


Фамилия и имя учащегося:

Шифр группы:

# Графические изображения полей допусков (Лист №2)

| Отверстие | Вал |
|---|---|
| Сопряжение II | |




ФАМИЛИЯ И ИМЯ УЧАЩЕГОСЯ:

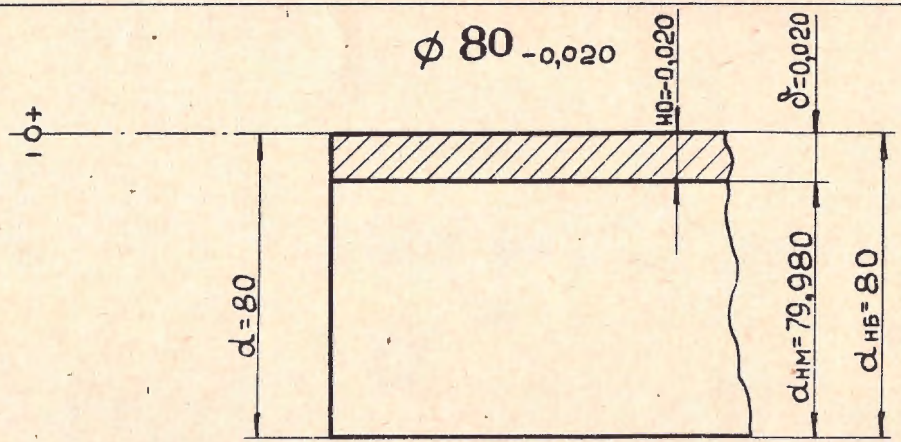
Шифр группы:

# Графические изображения полей допусков (Лист № 3)

## В А Л

РАЗМЕР III

$\phi\ 80_{-0,020}$




ФАМИЛИЯ И ИМЯ УЧАЩЕГОСЯ:

ШИФР ГРУППЫ:

# УПРАЖНЕНИЯ

## К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

| № ЗАДАНИЯ | СОПРЯЖЕНИЕ I | СОПРЯЖЕНИЕ II | РАЗМЕР III |
|---|---|---|---|
| 1 | $30\frac{A}{C}$ | $50\frac{A}{X}$ | 80 В |
| 2 | $24\frac{A}{X}$ | $56\frac{A}{Гр}$ | 76 В |
| 3 | $15\frac{A_4}{C_4}$ | $40\frac{A_4}{Ш_4}$ | $60 В_4$ |
| 4 | $29\frac{A}{C}$ | $46\frac{A}{Пр}$ | 78 В |
| 5 | $18\frac{A_3}{C_3}$ | $44\frac{A_3}{Пр1_3}$ | $64 В_3$ |
| 6 | $19\frac{A_{2a}}{C_{2a}}$ | $46\frac{A}{Пр}$ | 72 В |
| 7 | $20\frac{A_3}{C_3}$ | $48\frac{A_3}{Пр2_3}$ | $76 В_3$ |
| 8 | $29\frac{A_1}{C_1}$ | $53\frac{A_1}{Пр2_1}$ | $74 В_1$ |
| 9 | $34\frac{A_3}{C_3}$ | $64\frac{A_3}{Пр1_3}$ | $82 В_3$ |
| 10 | $14\frac{A_1}{C_1}$ | $50\frac{A_1}{Пр1_1}$ | $72 В_1$ |
| 11 | $23\frac{A_4}{X_4}$ | $48\frac{A_4}{C_4}$ | $70 В_4$ |
| 12 | $32\frac{A}{Д}$ | $64\frac{A}{Пр}$ | 86 В |
| 13 | $16\frac{A}{C}$ | $48\frac{A}{Пр}$ | 68 В |

| № задания | Сопряжение I | Сопряжение II | Размер III |
|---|---|---|---|
| 14 | $30\frac{А}{Д}$ | $54\frac{А}{Пл}$ | 78В |
| 15 | $31\frac{А_4}{Х_4}$ | $64\frac{А_4}{Л_4}$ | $80В_4$ |
| 16 | $17\frac{А_3}{С_3}$ | $52\frac{А_3}{Пр2_3}$ | $76В_3$ |
| 17 | $27\frac{А_1}{Д_1}$ | $62\frac{А_1}{Пр1_1}$ | $84В_1$ |
| 18 | $28\frac{А_3}{Х_3}$ | $58\frac{А_3}{Пр2_3}$ | $82В_3$ |
| 19 | $20\frac{А}{С}$ | $50\frac{А}{Пр}$ | 74В |
| 20 | $24\frac{А}{С}$ | $48\frac{А}{П}$ | 76В |
| 21 | $16\frac{А}{Д}$ | $40\frac{А_1}{Пр2_1}$ | $62В_1$ |
| 22 | $32\frac{А}{Д}$ | $60\frac{А}{Пр}$ | 78В |
| 23 | $20\frac{А_1}{С_1}$ | $46\frac{А_1}{Г_1}$ | $60В_1$ |
| 24 | $27\frac{А}{С}$ | $54\frac{А}{Пр}$ | 74В |
| 25 | $33\frac{А_4}{С_4}$ | $56\frac{А_4}{Х_4}$ | $78В_4$ |
| 26 | $17\frac{А_1}{Д_1}$ | $37\frac{А_1}{Пр1_1}$ | 60В |

# Лабораторная работа №6

## Тема: „Натяги и зазоры"

### Содержание работы

Упражнения в вычислении величин натягов и зазоров. Определение видов посадок.

### Пособия, необходимые для выполнения работы

Таблицы предельных отклонений отверстий и валов в системах отверстия и вала.
Справочные материалы.

### Подготовка к работе

Повторить систему допусков и посадок.
Повторить правила расчета натягов и зазоров сопряженных деталей.
Заполнить форму отчёта исходными данными.

### Выполнение работы

1. Определить системы, по которым рассчитаны сопряжения.

Подобрать по таблицам отклонений предельные отклонения заданных размеров сопряжений, определить вид посадки и предельные размеры.

Определить величины допусков размеров, составляющих сопряжения.

Определить в сопряжении наличие натяга или зазора и величины их допусков. Результаты занести в форму отчета.

2. Изобразить графически поля допусков.

# ОТЧЕТ

## О ВЫПОЛНЕННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

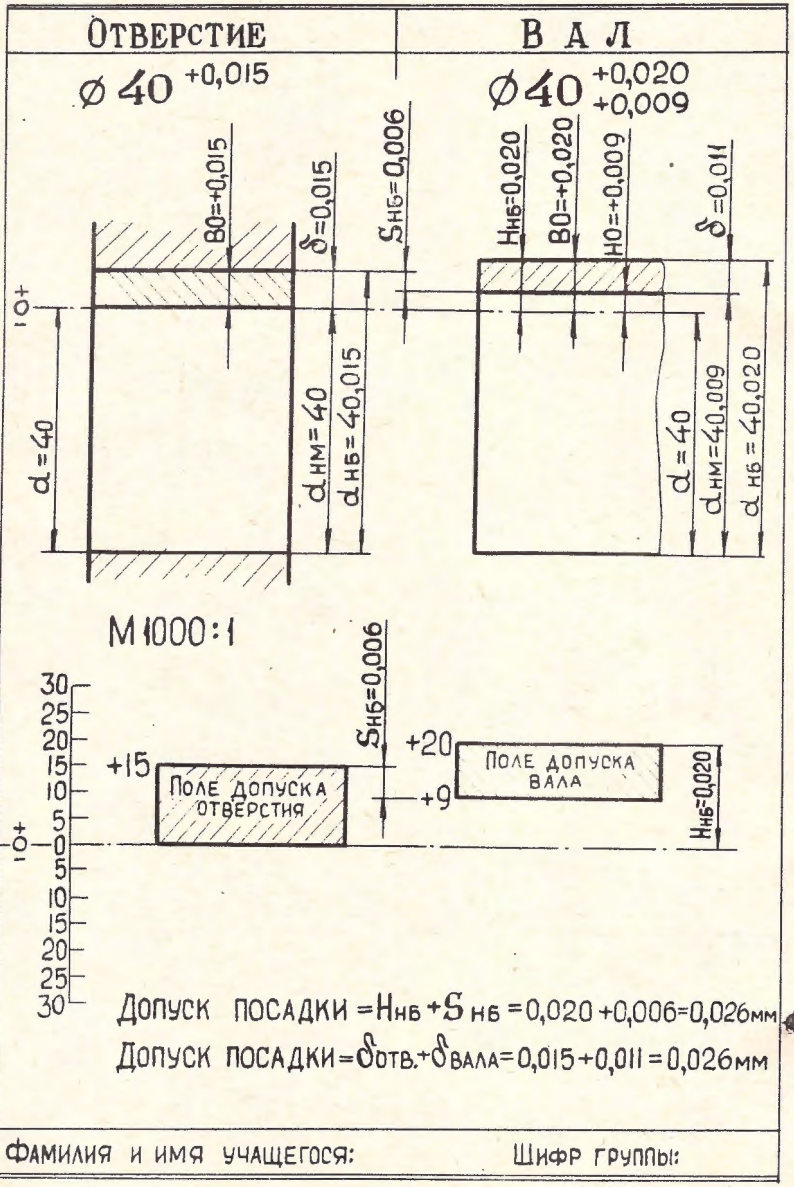
## „НАТЯГИ И ЗАЗОРЫ“

**Задание № 1**

| № п/п | Пользуясь таблицами допусков определить: | Заданные размеры сопряжений | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | | II | | III | |
| | | $40\frac{A_1}{T_1}$ | | $50\frac{A_1}{Пр_1}$ | | $81\frac{H}{B}$ | |
| | | Отв. | Вал | Отв. | Вал | Отв. | Вал |
| 1 | Основания систем допусков | А | А | А | А | В | В |
| 2 | Простановка размеров отверстий и валов на рабочих чертежах деталей | $40A_1$ | $40T_1$ | $50A_1$ | $50Пр_1$ | 81Н | 81В |
| 3 | Номинальные размеры | 40 | 40 | 50 | 50 | 81 | 81 |
| 4 | Верхние отклонения | +0,015 | +0,020 | +0,015 | +0,045 | +0,009 | 0 |
| 5 | Нижние отклонения | 0 | +0,009 | 0 | +0,034 | -0,026 | -0,023 |
| 6 | Простановка размеров с числовыми значениями предельных отклонений | $40^{+0,015}$ | $40^{+0,020}_{+0,009}$ | $50^{+0,015}$ | $50^{+0,045}_{+0,034}$ | $81^{+0,009}_{-0,026}$ | $81_{-0,023}$ |
| 7 | Наибольшие предельные размеры | 40,015 | 40,020 | 50,015 | 50,045 | 81,009 | 81 |
| 8 | Наименьшие предельные размеры | 40 | 40,009 | 50 | 50,034 | 80,974 | 80,977 |
| 9 | Величины допусков на размеры | 0,015 | 0,011 | 0,015 | 0,011 | 0,035 | 0,023 |
| 10 | Наибольшие зазоры | 0,006 | | ——— | | 0,032 | |
| 11 | Наименьшие зазоры | ——— | | ——— | | ——— | |
| 12 | Наибольшие натяги | 0,020 | | 0,045 | | 0,026 | |
| 13 | Наименьшие натяги | ——— | | 0,019 | | ——— | |
| 14 | Допуски посадок | 0,026 | | 0,026 | | 0,058 | |

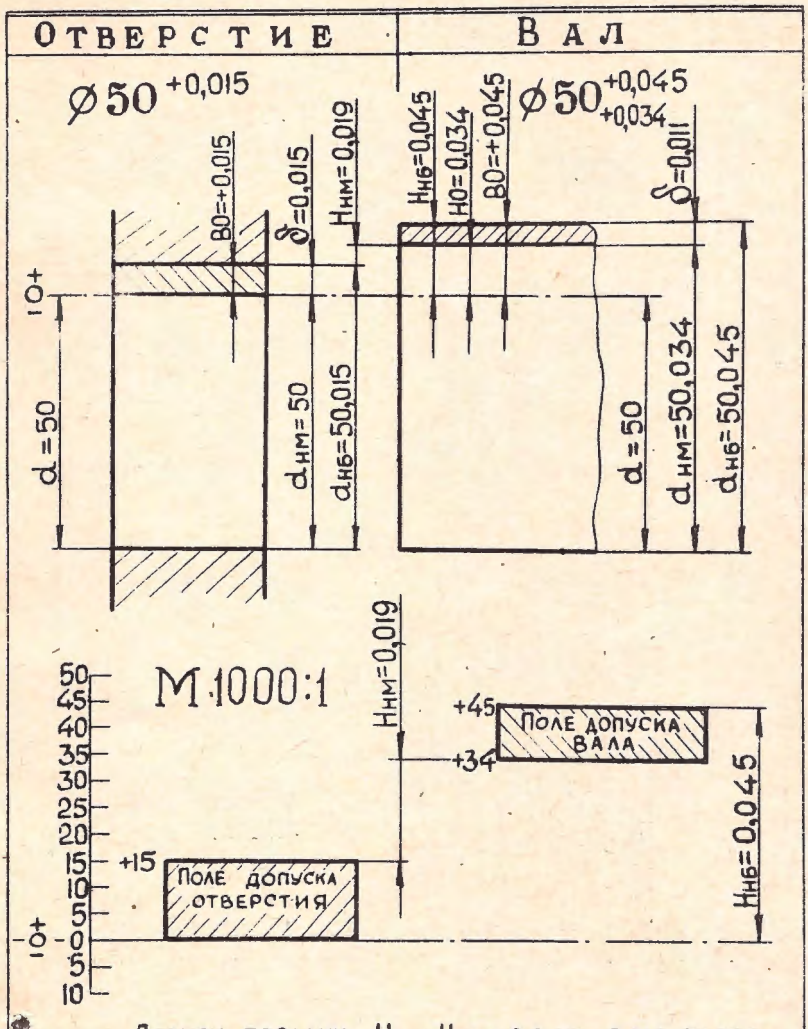
Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# Графические изображения полей допусков (Лист №1)




Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# Графические изображения полей допусков (Лист №2)

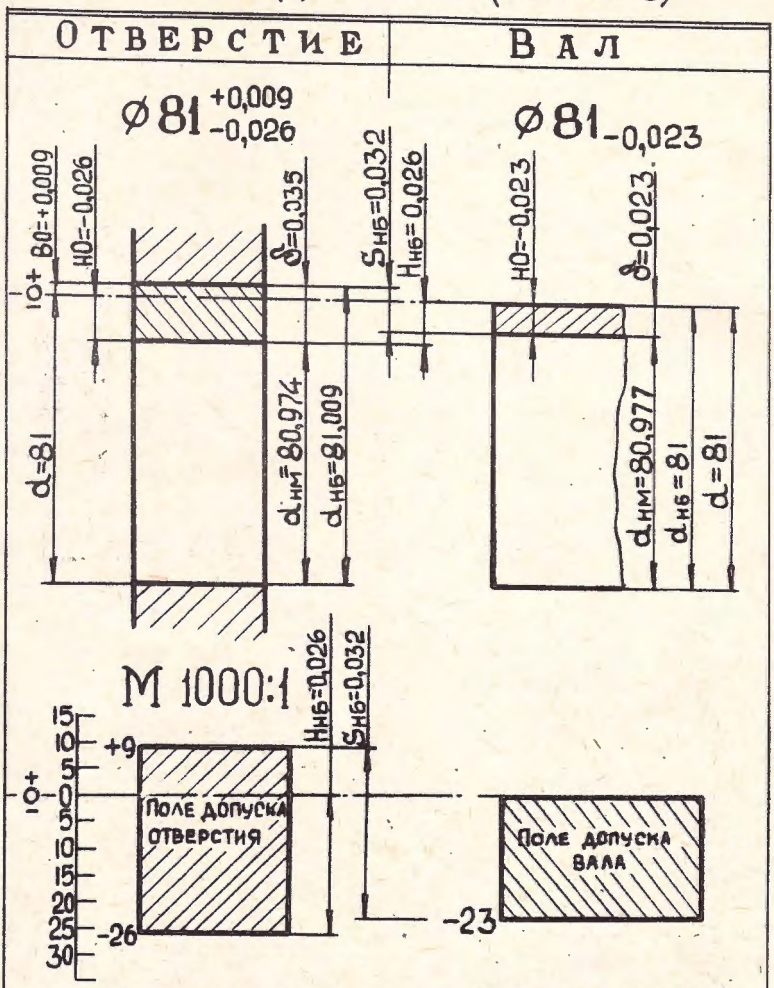



Допуск посадки = $H_{н6} - H_{нм} = 0{,}045 - 0{,}019 = 0{,}026$ мм

Допуск посадки = $\delta_{отв.} + \delta_{вала} = 0{,}015 + 0{,}011 = 0{,}026$ мм

Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# Графические изображения полей допусков (Лист № 3)




Допуск посадки = $H_{нв} + S_{нв} = 0{,}026 + 0{,}032 = 0{,}058$ мм

Допуск посадки = $\delta_{отв.} + \delta_{вала} = 0{,}035 + 0{,}023 = 0{,}058$ мм

Фамилия и имя учащегося: Шифр группы:

# УПРАЖНЕНИЯ
# К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6

| № ЗАДАНИЯ | СОПРЯЖЕНИЕ I | СОПРЯЖЕНИЕ II | СОПРЯЖЕНИЕ III |
|---|---|---|---|
| 1 | $40\frac{A_1}{T_1}$ | $50\frac{A_1}{Пр1_1}$ | $81\frac{H}{B}$ |
| 2 | $58\frac{A_3}{Пр3_3}$ | $46\frac{A_1}{H_1}$ | $75\frac{H_1}{B_1}$ |
| 3 | $164\frac{A_1}{П_1}$ | $62\frac{A_1}{Пр1_1}$ | $199\frac{Г_1}{B_1}$ |
| 4 | $17\frac{Д_1}{B_1}$ | $52\frac{A_3}{Пр2_3}$ | $2\frac{A}{Г}$ |
| 5 | $7\frac{A}{T}$ | $64\frac{A}{ГХ}$ | $100\frac{Гр}{B}$ |
| 6 | $54\frac{A}{ПЛ}$ | $31\frac{Л}{B}$ | $4\frac{A2a}{Г2a}$ |
| 7 | $444\frac{Пр}{B}$ | $51\frac{A}{H}$ | $48\frac{A}{Пр}$ |
| 8 | $2\frac{Гр}{B}$ | $64\frac{A}{ПЛ}$ | $29\frac{A_1}{C_1}$ |
| 9 | $84\frac{X_3}{B_3}$ | $19\frac{A2a}{C2a}$ | $30\frac{A}{Д}$ |
| 10 | $6\frac{A2a}{П2a}$ | $200\frac{C}{B}$ | $32\frac{A}{T}$ |
| 11 | $39\frac{A_1}{Пр1_1}$ | $15\frac{Ш4}{B_4}$ | $34\frac{A_3}{C_3}$ |
| 12 | $18\frac{A_3}{C_3}$ | $24\frac{Ш4}{B_4}$ | $31\frac{A4}{X_4}$ |
| 13 | $43\frac{A}{Пр}$ | $16\frac{A}{C}$ | $85\frac{Г}{B}$ |

| № задания | Сопряжение I | Сопряжение II | Сопряжение III |
|---|---|---|---|
| 14 | $364\frac{X_5}{B_5}$ | $32\frac{A}{Д}$ | $14\frac{A_1}{C_1}$ |
| 15 | $32\frac{A_4}{X_4}$ | $59\frac{A}{Гр}$ | $500\frac{T_1}{B_1}$ |
| 16 | $48\frac{A}{TX}$ | $48\frac{A}{Л}$ | $5\frac{H}{B}$ |
| 17 | $46\frac{A}{Пр}$ | $40\frac{X_4}{B_4}$ | $30\frac{A}{Д}$ |
| 18 | $29\frac{A_1}{C_1}$ | $54\frac{A}{ПЛ}$ | $260\frac{Ш_3}{B_3}$ |
| 19 | $17\frac{C_4}{B_4}$ | $28\frac{A_3}{Пр2_3}$ | $29\frac{A}{C}$ |
| 20 | $28\frac{A_4}{X_4}$ | $50\frac{A_3}{Пр1_3}$ | $110\frac{Д}{B}$ |
| 21 | $17\frac{A_3}{C_3}$ | $44\frac{A_3}{Пр1_3}$ | $60\frac{X}{B}$ |
| 22 | $53\frac{A_1}{Пр2_1}$ | $24\frac{A}{X}$ | $35\frac{X_5}{B_5}$ |
| 23 | $15\frac{A_3}{X_3}$ | $40\frac{A}{TX}$ | $56\frac{X}{B}$ |
| 24 | $46\frac{A}{Пр}$ | $200\frac{C_1}{B_1}$ | $56\frac{A}{Гр}$ |
| 25 | $64\frac{A_3}{Пр1_3}$ | $6\frac{Д_1}{B_1}$ | $20\frac{A_3}{C_3}$ |
| 26 | $18\frac{C}{B}$ | $30\frac{A_1}{C_1}$ | $23\frac{A_4}{X_4}$ |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИН И ВЫСОТ ДЕТАЛЕЙ МИКРОМЕТРИЧЕСКИМ ГЛУБИНОМЕРОМ

### Цель лабораторной работы

Освоение приемов и получение навыков измерения.

### Содержание работы

Измерение глубин и высот деталей (образцы набора № 7 и № 8).

### СРЕДСТВА, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Измерительный инструмент

   Микрометрический глубиномер с пределом измерения
   0-25 мм - I5 шт.
   0-50 мм - I5 шт.

2. Приспособления

   Контрольные плиты - 2 шт.

3. Объекты измерений

   Образцы наборов № 7 и № 8

4. Документы:

   а) задание по выполнению лабораторной работы;
   б) отчетные бланки;
   в) эскизы измеряемых деталей;
   г) аттестаты наборов измеряемых деталей.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Перед выполнением данной лабораторной работы преподаватель показывает учащимся правильные приемы измерения деталей и дает рекомендации, как быстрее приобрести навыки в измерении. Он также показывает учащимся, как правильно проводить проверку и настройку данного инструмента. Рассказывает и показывает, что проверку и настройку нулевого положения надо проводить на нижнем пределе его показаний, для чего в торцовое отверстие микрометрического винта вставляют сменный стержень длиной 25 мм, измерительная поверхность которого устанавливается за подлицо с траверсой путем вращения барабана с микрометрическим винтом при помощи трещотки. Основное внимание учащихся преподаватель должен сосредоточить на отсчете размера по шкале стебля, а также и по шкале скоса барабана.

## ПРАВИЛА ОТСЧЕТА ЦЕЛЫХ И СОТЫХ ДОЛЕЙ МИЛЛИМЕТРА

Отсчет размера состоит из трех самостоятельных частей:

1. Отсчет целых миллиметров и полумиллиметров.
2. Отсчет сотых долей миллиметра.
3. Суммирование полученных результатов.

Разбивка отсчета на части способствует быстрому и правильному чтению показания микрометрического глубиномера и исключает возможность получения ошибок при чтении размеров, у которых число сотых долей миллиметра больше 50.

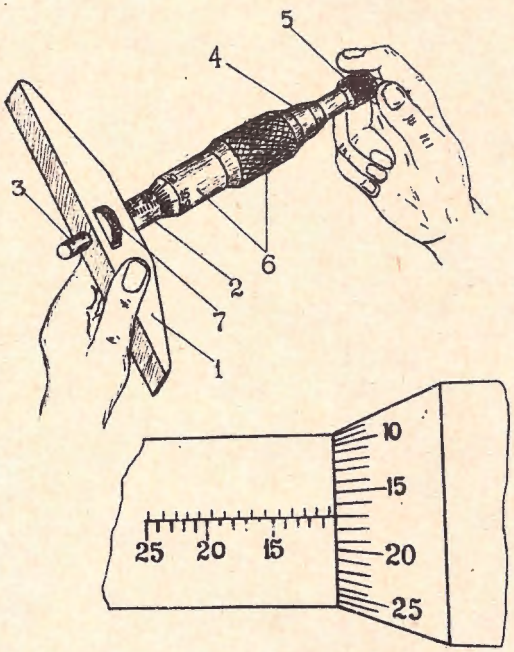



Рис.I

I. Траверса с измерительной плоскостью.
2. Стебель.
3. Микрометрический винт.
4. Корпус трещотки.
5. Головка трещотки.
6. Барабан.
7. Стопор.

Перед началом изучения приемов измерения учащиеся повторяют основные положения, связанные с конструкцией

инструмента и отсчета на нем целых и сотых долей миллиметра, для чего уточняют следующие вопросы:

I. Если барабан, установленный в нулевом положении, повернуть на один оборот, то какое его деление совпадает с продольной риской шкалы стебля?

2. На какое расстояние переместится измерительная поверхность микрометрического винта относительно измерительной поверхности траверсы при повороте барабана с винтом на один оборот?

3. Чему равен шаг микрометрического винта?

4. На какое расстояние в продольном направлении переместится скошенный край барабана, если повернуть барабан с винтом на 2, 3, I0, II, I2 оборотов?

После усвоения отсчета целых миллиметров и полумиллиметров следует переходить к правилам отсчета сотых долей миллиметра.

Для чего необходимо разобрать вопросы:

I. Сколько делений имеется на шкале скоса барабана?

2. На сколько сотых долей миллиметра переместится микрометрический винт с барабаном вдоль оси, если повернуть барабан с микровинтом на 50 делений, т.е. на один оборот?

3. На сколько сотых делений миллиметра переместится в продольном направлении микрометрический винт с барабаном, если повернуть его на 25, I0 и на одно деление?

Из теоретического курса известно, что резьба микрометрического винта имеет шаг 0,5 мм, а скос барабана разделен на 50 частей. При одном повороте барабана микрометрический винт переместится в продольном направлении на 0,5 мм. При повороте барабана на одно деление измерительная поверхность микровинта переместится на 0,0I мм (0,5 : 50=0,0I мм).

После того, как учащиеся научились отсчитывать целые и доли миллиметра, остается суммировать результаты показаний двух шкал: миллиметров и полумиллиметров на

стебле и сотых долей миллиметра на скосе барабана.

При суммировании особое внимание уделяется размерам, у которых число долей миллиметра больше 50, так как учащиеся чаще всего ошибаются при чтении таких размеров.

Преподаватель должен обратить внимание учащихся на то. что отсчет размеров на этом инструменте ведется в обратном порядке по отношению к микрометру.

## УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НАВЫКОВ ПО УСТАНОВКЕ РАЗМЕРОВ

I. Установить микрометрические глубиномеры на размеры: I, 2, 3, 4; 4,5; 5, 8, I0, I2, 5; I5; 20,5 мм.
I,0I; I,02; I,07; I,I0; I,I5; I0,20; I2,03; I5,35; I5,50; I6,65; I6,7I; I7,82; I8,95; 20,98 мм.

## ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИЗМЕРЕНИЯ

Перед измерением глубин или высот нужно тщательно протереть измерительные и измеряемые поверхности, наложить на первую измеряемую поверхность траверсу (измерительной поверхностью), после чего, вращая барабан, переместить вторую измерительную поверхность (торец микрометрического винта). Нужно обратить внимание учащихся на то, чтобы не было перекосов.

Подведение измерительной поверхности до измеряемой необходимо производить, вращая головку трещотки.

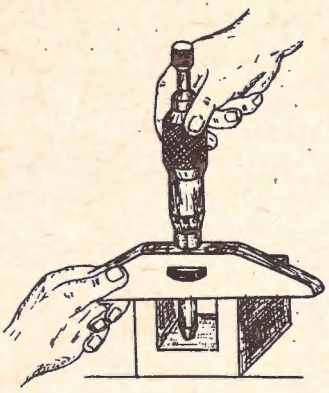


Рис.2

## ПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕЩОТКОЙ

Для передачи постоянного усилия на измеряемые поверхности учащиеся должны пользоваться только трещоткой.

Для закрепления сказанного преподаватель устанавливает микрометрический глубиномер измерительной поверхностью траверсы на проверочную плиту и показывает, что, если при измерении приложить к барабану различные усилия, показания на шкале будут разные.

Отсюда делается вывод о необходимости постоянства измерительного усилия.

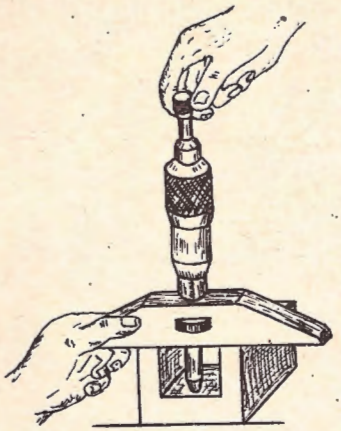


Рис.3

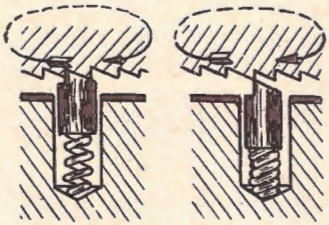


Рис.4

ЗАКРЕПЛЕНИЕ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ВИНТА

Для закрепления микровинта применяется стопорное устройство (рис.5).

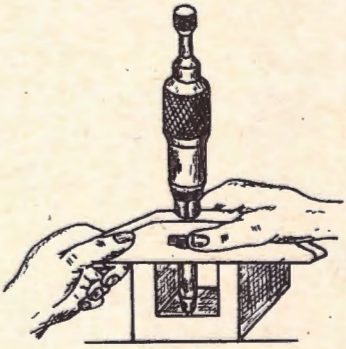


Рис.5

## ОТСЧЕТ РАЗМЕРА

На рис.6 показано положение микрометрического глубиномера при отсчете размера (рис.6).

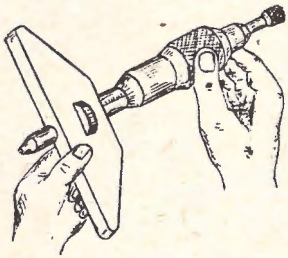


Рис.6

## ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

I.Измерение высоты детали, установленной на столе (рис.7).

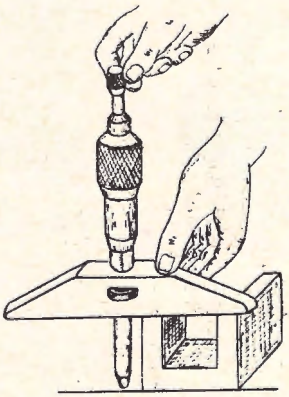


Рис.7

2. Измерение глубины паза детали, находящейся на столе (рис.8).

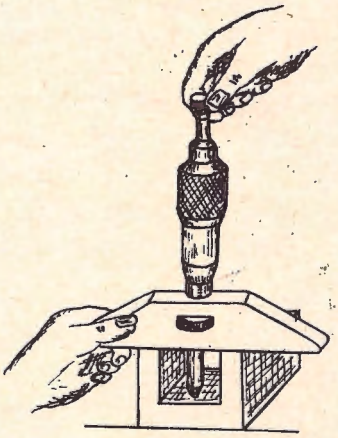


Рис.8

3. Измерение глубины паза детали, находящейся в руках (рис.9).

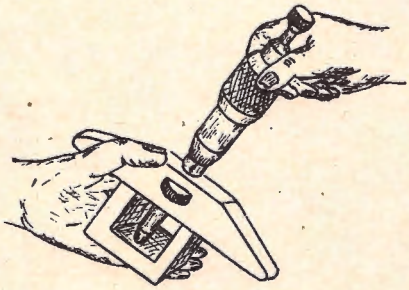


Рис.9

## ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Ознакомление с заданием.

2. Проверка внешнего вида измеряемых деталей и инструмента.

3. Проверка годности микрометрического глубиномера к измерению.

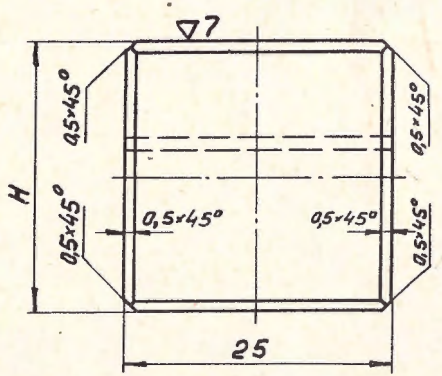
4. Инструктаж учащихся перед измерением деталей.

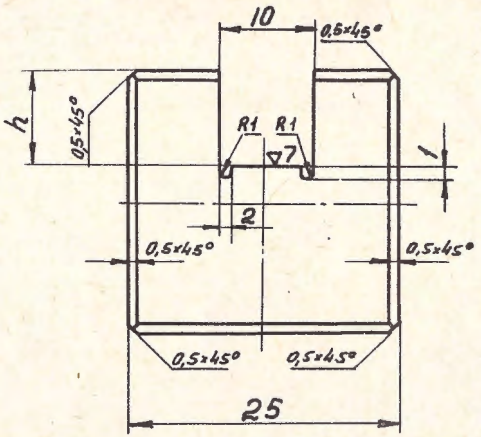
5. Измерение деталей согласно заданию.

Примечание. Результаты измерения учащиеся заносят в бланк отчета. Если допущены ошибки при измерении, то преподаватель устанавливает причину их появления и принимает меры к их устранению. За лабораторную работу преподаватель выставляет оценку.

## ЗАДАНИЕ
## к лабораторной работе № 7

Измерить детали наборов № 7 и № 8 и результаты занести в бланк отчета.

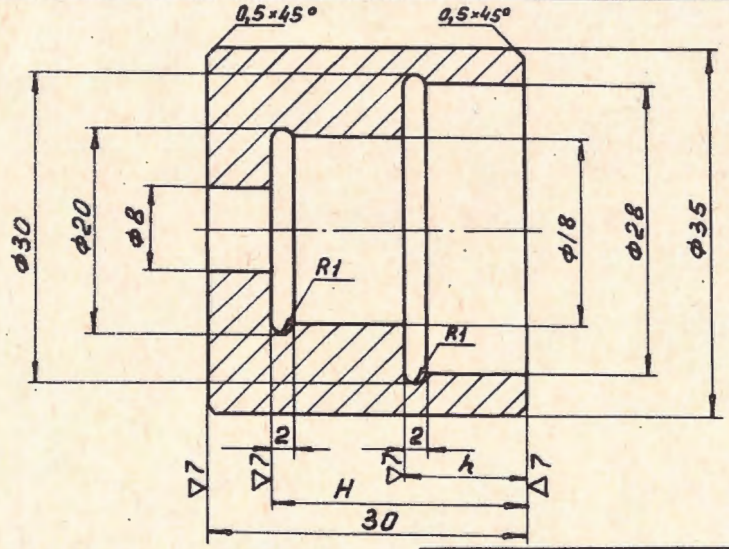



Термообработка: закалить $H_{Rc} = 48 \div 52$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Технолог | | | Образцы набора №7 | | | |
| Нач. цеха | | | | | | |
| Учебно-производственный цех ОТО | | | Материал УВ | Лист 1 | Листов 2 | М 2:1 |

- 88 -




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Технолог | | | Образцы надора №8 | | | |
| Нач. цеха | | | | | | |
| Учебно-производственный цех ОТО | | | Материал Алюминий | Лист 2 | Листов 2 | М 2:1 |

# О Т Ч Е Т

## о выполненной лабораторной работе № 7 "Измерение глубин и высот деталей микрометрическим глубиномером"

Набор № _____

Комплект № _____

| № п.п. | Наименование измерительного инструмента | № деталей | Размеры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | H | h |
| I | Микрометрический глубиномер от 0-25 мм | | | |
| 2 | Микрометрический глубиномер от 0-50 мм | | | |

Дата проведения работы _____

Фамилия, и.,о. уч-ся _____

Группа _____

Оценка за выполненную работу _____

Подпись преподавателя _____

# Т А Б Л И Ц А
## аттестованных деталей набора № 7

Комплект № _____

| № компл. | № детали | H | h | № компл. | № детали | H | h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | | | | 24 | | |
| | 2 | | | | 25 | | |
| | 3 | | | | 26 | | |
| | 4 | | | | 27 | | |
| | 5 | | | | 28 | | |
| | 6 | | | | 29 | | |
| | 7 | | | | 30 | | |
| | 8 | | | | 3I | | |
| | 9 | | | | 32 | | |
| | I0 | | | | 33 | | |
| | II | | | | 34 | | |
| | I2 | | | | 35 | | |
| | I3 | | | | 36 | | |
| | I4 | | | | 37 | | |
| | I5 | | | | 38 | | |
| | I6 | | | | 39 | | |
| | I7 | | | | 40 | | |
| | I8 | | | | 4I | | |
| | I9 | | | | 42 | | |
| | 20 | | | | 43 | | |
| | 2I | | | | 44 | | |
| | 22 | | | | 45 | | |
| | 23 | | | | | | |

# Т А Б Л И Ц А
## аттестованных деталей набора № 8

Комплект № _____

| № компл. | № детали | H | h | № компл. | № детали | H | h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | | | | I6 | | |
| | 2 | | | | I7 | | |
| | 3 | | | | I8 | | |
| | 4 | | | | I9 | | |
| | 5 | | | | 20 | | |
| | 6 | | | | 2I | | |
| | 7 | | | | 22 | | |
| | 8 | | | | 23 | | |
| | 9 | | | | 24 | | |
| | I0 | | | | 25 | | |
| | II | | | | 26 | | |
| | I2 | | | | 27 | | |
| | I3 | | | | 28 | | |
| | I4 | | | | 29 | | |
| | I5 | | | | 30 | | |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### Тема: ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ РАЗМЕРОВ ИЗДЕЛИЙ РЫЧАЖНЫМИ МИКРОМЕТРАМИ

### Цель лабораторной работы

Освоение приемов и получения навыков измерения деталей.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Измерение наружных размеров деталей (образцы наборов № 9 и № IO).

### НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

I. Рычажные микрометры с пределом измерения 0–25 мм.

2. Рычажные микрометры с пределом измерения 25–50 мм.

3. Плоскопараллельные концевые меры длины (набор № I и № 2).

4. Образцы наборов № 9 и № IO (комплекты: № I, № 2, № 3).

5. Документы:

а) задание по выполнению лабораторной работы;
б) отчетные бланки;
в) эскиз измеряемых деталей;
г) аттестаты наборов измеряемых деталей.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При проведении лабораторной работы преподаватель должен наибольшее внимание уделить освоению учащимися приемов и навыков измерения данным прибором. Для этого перед выполнением упражнений он обращает внимание учащихся на проверку и установку нулевого показания стрелки на шкале скобы и на проверку и установку нулевого положения шкалы стебля и шкалы барабана. Проверку и установку нулевого положения шкалы стебля и шкалы барабана производят так же, как на гладком микрометре посредством совмещения измерительных поверхностей, а если предел измерения выше 25 мм, используются установочные меры (можно плоскопараллельные концевые меры длины, причем размер нужно брать в целых мм), но совмещая при этом показание стрелки на шкале скобы с нулевым штрихом.

Рычажный микрометр в отличие от гладкого микрометра имеет подвижную пятку, которая отводится, как правило, посредством нажатия на кнопку арретира. Для стабильности показания стрелки на шкале скобы необходимо подвижную пятку несколько раз вывести в исходное положение (нажатием кнопки арретира), не изменяя установочной меры.

Отсчет размеров представляет собой задачу, состоящую из четырех самостоятельных частей:

1. Отсчет целых миллиметров.
2. Отсчет сотых долей миллиметров.
3. Отсчет тысячных долей миллиметров.
4. Суммирование полученных результатов.

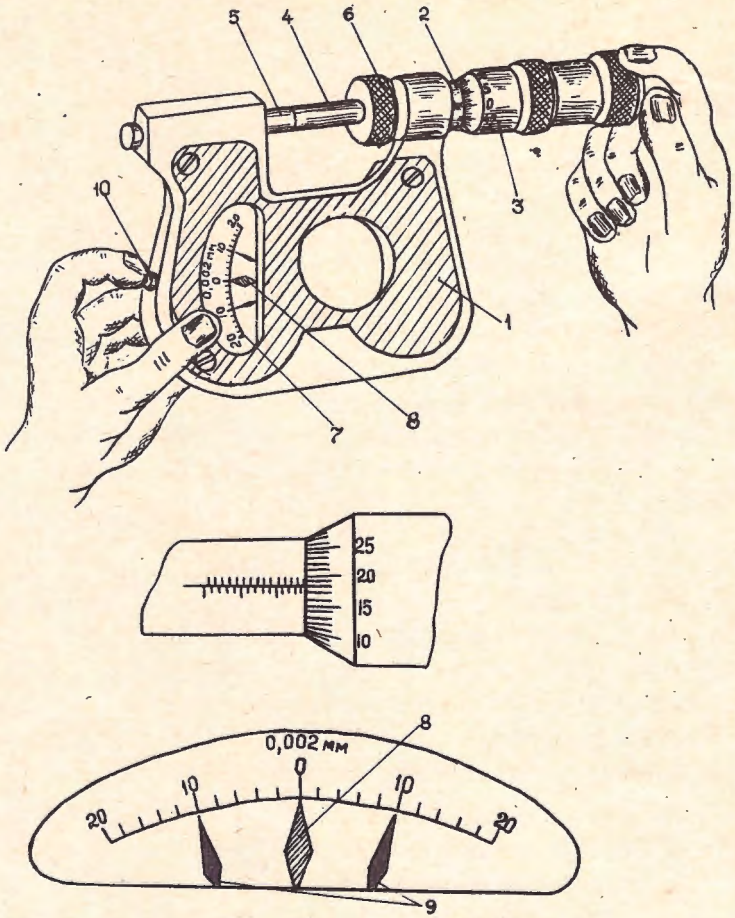



Рис.I

I. Скоба.
2. Стебель.
3. Барабан.
4. Микрометрический винт.
5. Подвижная пятка.
6. Стопор.
7. Шкала рычажного механизма.
8. Стрелка.
9. Указатели пределов поля допуска.
IO. Кнопка арретира.

Разбивка отсчета на части способствует быстрому и правильному чтению показаний рычажного микрометра.

Отсчет целых и сотых долей миллиметров на данном приборе не является новым для учащихся, а поэтому преподаватель должен обратить особое внимание учащихся только на отсчет тысячных долей миллиметра.

Механизм рычажного микрометра рассчитан таким образом, что при перемещении стрелки на одно деление по шкале скобы расстояние между измерительными поверхностями изменяется на 0,002 мм.

Преподаватель должен напомнить учащимся, что предел измерения шкалы скобы ± 0,02 мм, следовательно шкала имеет десять делений от нулевого показания (нулевого штриха) в плюс и минус.

Для усвоения устройства шкалы скобы цена деления и предела измерения шкалы данного прибора учащимся задаются вопросы:

1. Чему равна цена деления на шкале скобы?
2. Сколько делений имеется на шкале скобы?
3. Сколько тысячных долей миллиметра будет соответственно в двух, трех, четырех, пяти, шести, семи, восьми и десяти делениях скобы?

После усвоения изложенного выше материала преподаватель приступает к показу взаимосвязи шкалы скобы с показаниями шкал стебля и барабана, для чего он должен повернуть барабан на одно деление (если предел измерения данного прибора 25-50 мм, то при этом между измерительными поверхностями должна находиться установочная мера) и показать учащимся показания на шкале скобы.

Это нужно повторить несколько раз.

Для того, чтобы убедиться в усвоении учащимися взаимосвязи между показаниями шкал рычажного микрометра, преподаватель должен задать им несколько вопросов, например:

1. На сколько делений переместится шкала барабана,

если стрелка на шкале скобы переместится на пять делений?

2. Чему равен действительный размер детали, если шкалы на стебле и барабане показывают 10 мм, а стрелка на шкале скобы находится на втором штрихе в сторону плюс? (очевидно, 10,004 мм).

3. То же, но в сторону минус (очевидно, 9,996 мм).

4. Чему равен действительный размер детали, если шкала на стебле и барабане показывает около 22,57 мм, а стрелка на шкале скобы находится на третьем штрихе в сторону плюс? (очевидно, 22,576 мм).

5. То же, но в сторону минус (очевидно, 22,564 мм).

Перечень аналогичных вопросов нужно будет продолжить настолько, насколько это необходимо для прочного усвоения учащимися вышеуказанной взаимосвязи, после чего можно переходить непосредственно к измерению деталей данным прибором.

## Подготовка к измерению и правила измерения

Перед измерением деталей нужно тщательно протереть их измеряемые поверхности и измерительные поверхности прибора, а также обратить внимание учащихся на взаимное расположение измеряемых и измерительных поверхностей, не допуская при этом перекосов, которые искажают действительные размеры.

## Основные приемы измерения

Для производства измерения надо к измеряемым поверхностям детали подвести измерительные поверхности прибора, для чего медленно вращают микрометрическую головку (барабан с микрометрическим винтом) до появления стрелки в поле шкалы рычажного механизма.

Далее совмещают штрих на барабане микрометрической головки с продольным штрихом на стебле, при этом стрелка дает какое-то отклонение (число делений от нулевого штриха), величина его укажет число тысячных долей миллиметра, которые нужно прибавить или отнять (в зависимости, в какую сторону отклонилась стрелка - в плюс или минус) от размера, зафиксированного на шкалах стебля и барабана.

Если требуется определить, находятся ли действительные размеры деталей в пределах поля допуска, то следует микрометрическую головку установить на требуемый размер по плоскопараллельным концевым мерам длин или по установочным мерам. Указатели пределов поля допуска устанавливают в зависимости от предельных отклонений от номинального размера указанных на чертеже или эскизе детали. После этого измеряемая деталь вводится между измерительными поверхностями данного прибора. С целью предохранения измерительных поверхностей от износа или повреждения подвижную измерительную поверхность (пятку) отводят в исходное положение при помощи кнопки арретира.

Показание стрелки на шкале скобы выражает отклонение размера измеряемой детали от размера, на который настроен данный микрометр.

Измерение деталей прибором, находящимся в руках.

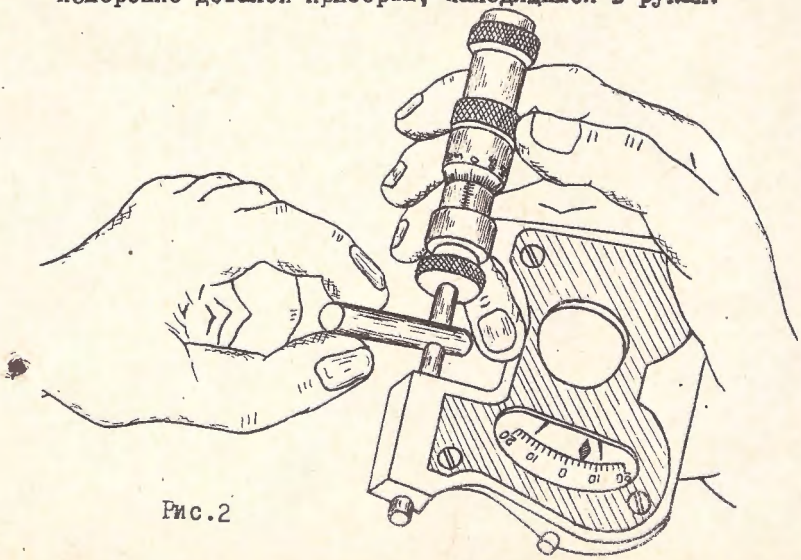


Рис.2

Измерение деталей прибором, находящимся в штативе.

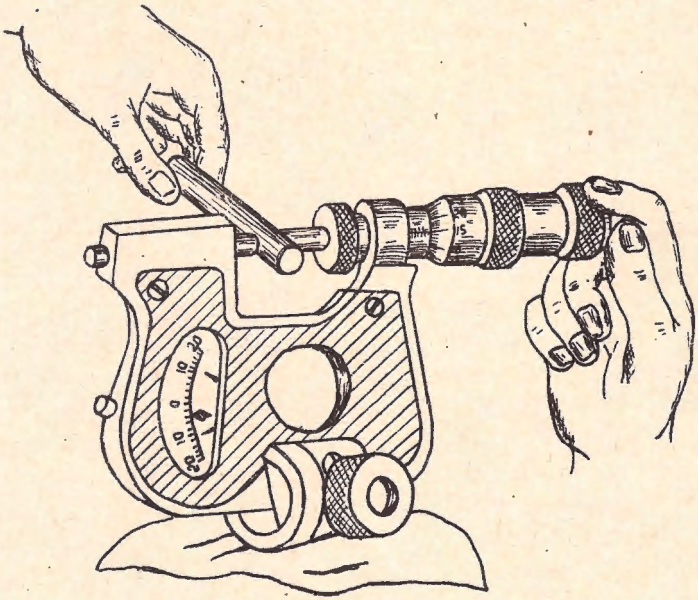


Рис.3

Контроль деталей.

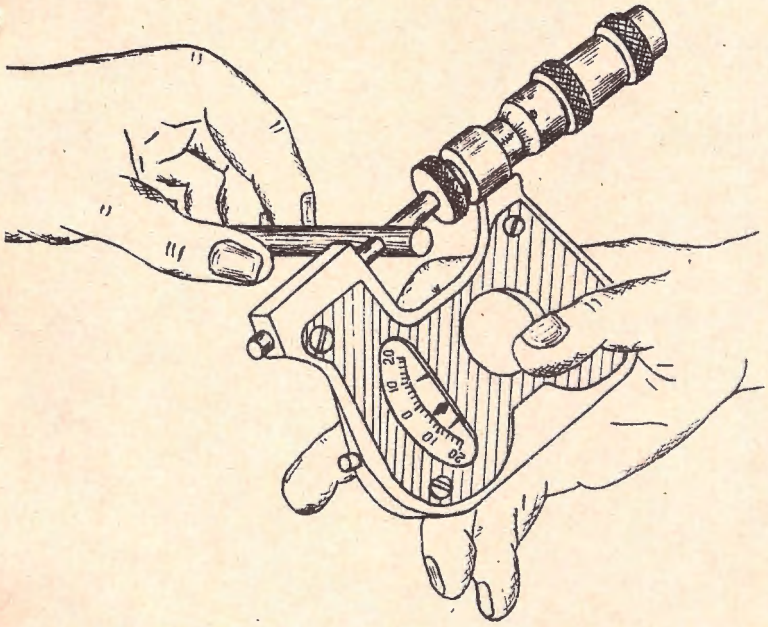


Рис.4

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомление с заданием.
2. Проверка внешнего вида измеряемых деталей.
3. Проверка годности прибора к измерению.
4. Инструктаж учащихся перед измерением деталей.
5. Измерение деталей согласно заданию.

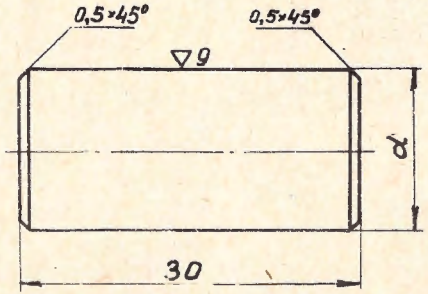
Примечание. Результаты измерения учащиеся заносят в бланк отчета. Если допущены ошибки при измерении, то преподаватель устанавливает причину их появления и принимает меры к их устранению.

За лабораторную работу преподаватель выставляет оценку.

ЗАДАНИЕ
к лабораторной работе № 8

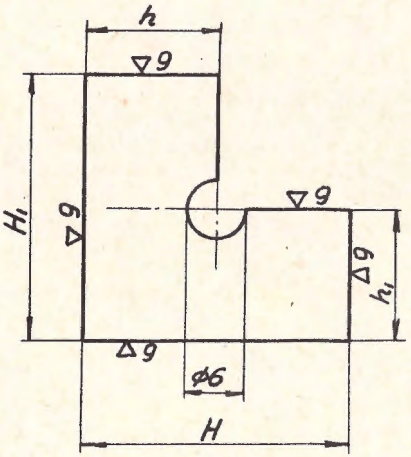
Измерить детали наборов № 9 и № IO и результаты занести в бланк отчета.

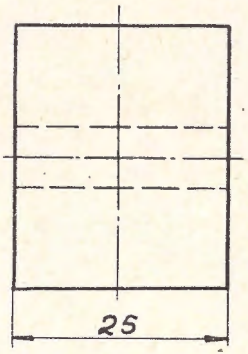
▽5




Термообработать: закалить $H_{Rc}=48 \div 52$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Технолог | | | Образцы набора №9 | | | |
| Нач. цеха | | | | | | |
| Учебно-производственный цех ОТО | | | Материал У8 | Лист 2 | Листов 2 | М 2:1 |




▽5

Термообработать: закалить $H_{Rc}=48\div52$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Технолог | | | Образцы надора №10 | | | |
| Нач. цеха | | | | | | |
| Учебно-производственный цех ОТО | | | Материал У8 | Лист 1 | Листов 2 | М |

# О Т Ч Е Т

о выполненной лабораторной работе № 8 "Измерение наружных размеров изделий рычажными микрометрами"

Набор № _____

Комплект № _____

| № п.п. | Наименование прибора | № детали | Размеры | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $d$ | $H$ | $h$ | $H_1$ | $h_1$ | |
| I | Рычажный микрометр с пределом измерения 0–25 мм | | | | | | | |
| 2 | Рычажный микрометр с пределом измерения 25–50 мм | | | | | | | |

Дата выполнения работы _____

Фамилия, и.,о. уч-ся _____

Группа _____

Оценка за выполненную работу _____

Подпись преподавателя _____

# Т А Б Л И Ц А
## аттестованных деталей набора № 9

Комплект № _____

| № деталей | Д | № деталей | Д | № деталей | Д |
|---|---|---|---|---|---|
| I | | II | | 2I | |
| 2 | | I2 | | 22 | |
| 3 | | I3 | | 23 | |
| 4 | | I4 | | 24 | |
| 5 | | I5 | | 25 | |
| 6 | | I6 | | 26 | |
| 7 | | I7 | | 27 | |
| 8 | | I8 | | 28 | |
| 9 | | I9 | | 29 | |
| I0 | | 20 | | 30 | |

# Т А Б Л И Ц А

размеров аттестованных образцов набора № I0

Комплект № _____

| № детали | H | h | $H_1$ | $h_1$ | № детали | H | h | $H_1$ | $h_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | | | | I6 | | | | |
| 2 | | | | | I7 | | | | |
| 3 | | | | | I8 | | | | |
| 4 | | | | | I9 | | | | |
| 5 | | | | | 20 | | | | |
| 6 | | | | | 2I | | | | |
| 7 | | | | | 22 | | | | |
| 8 | | | | | 23 | | | | |
| 9 | | | | | 24 | | | | |
| I0 | | | | | 25 | | | | |
| II | | | | | 26 | | | | |
| I2 | | | | | 27 | | | | |
| I3 | | | | | 28 | | | | |
| I4 | | | | | 29 | | | | |
| I5 | | | | | 30 | | | | |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### Тема: КОНТРОЛЬ НАРУЖНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ РЫЧАЖНОЙ СКОБОЙ

#### Цель лабораторной работы

Освоение приемов и получения навыков измерения.

#### Содержание работы

Контроль наружных размеров деталей (образцы деталей наборов № II и № I2).

#### НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

I. Рычажные скобы с пределом измерения 0-25 мм.
2. Рычажные скобы с пределом измерения 25-50 мм.
3. Плоскопараллельные концевые меры длины (набор № I и № 2).
4. Комплекты деталей: образцы наборов № II и № I2.
5. Документы:
   а) задание по выполнению лабораторной работы;
   б) отчетный бланк;
   в) эскиз измеряемых деталей;
   г) аттестаты наборов измеряемых деталей.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Рычажные скобы являются удобным средством контроля линейных размеров деталей, особенно в условиях мелкосерийного и индивидуального производства.

Они работают по относительному методу измерения и

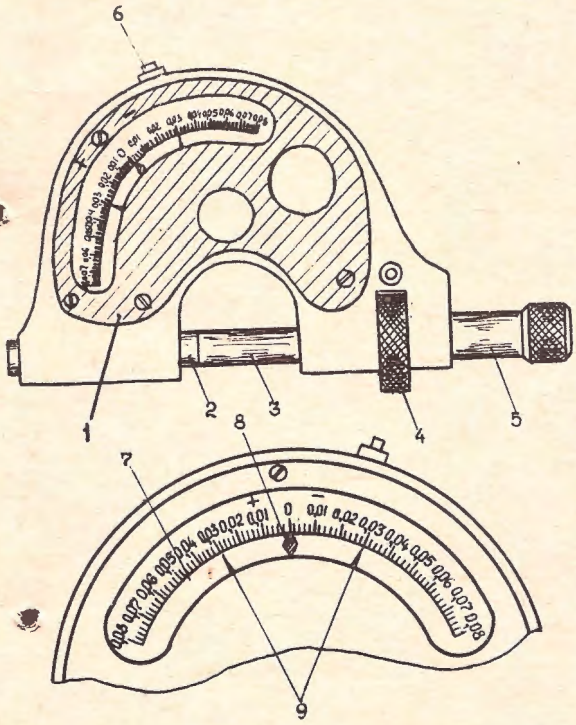
перед началом работы должны настраиваться по концевым мерам длин.

Скобы рычажные типа СР выпускаются с пределом измерения 0-25, 25-50, 50-75, 75-I00, I00-I25, I25-I50 мм.

Цена деления шкалы для скоб с пределом измерения до I00 мм равна 0,002 мм. Предел измерения по шкале составляет ± 0,08 мм.

Для скоб с пределами измерения свыше I00 и до I50 мм цена деления шкалы делается 0,005 мм, предел измерения по шкале составляет ± 0,I5 мм.

До проведения лабораторной работы преподаватель рассказывает учащимся о конструкции и назначении данного прибора, а при проведении лабораторной работы он повторяет и закрепляет пройденный материал путем опроса учащихся.




1. Корпус.
2. Пятка подвижная.
3. Пятка переставная.
4. Стопор.
5. Колпачок механизма переустановки пятки.
6. Кнопка арретира.
7. Шкала.
8. Стрелка.
9. Указатели пределов поля допуска.

Рис.I

Настройку прибора на требуемый размер производят по плоскопараллельным концевым мерам длин.

Указатели пределов поля допуска устанавливают на шкале в зависимости от предельных отклонений номинального размера указанных на чертеже детали.

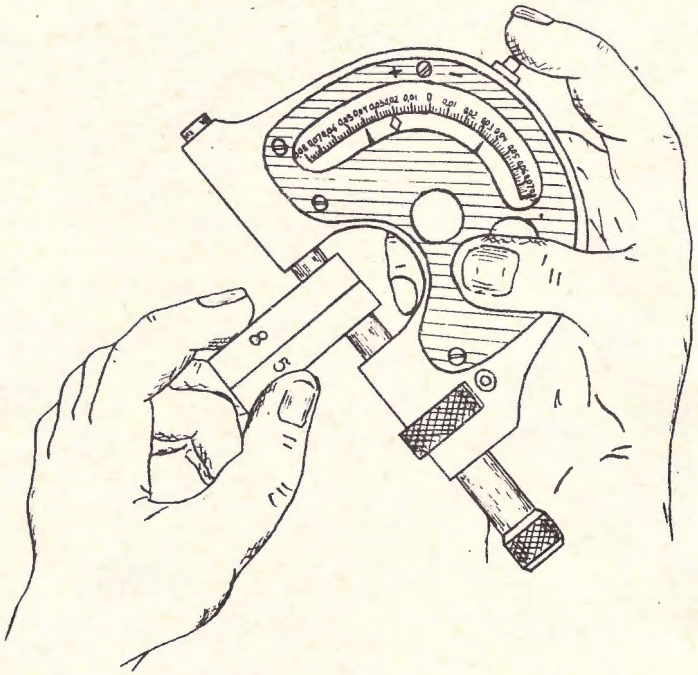


Рис.2

Для определения стабильности показаний стрелки на шкале скобы необходимо подвижную пятку несколько раз отвести в исходное положение (нажатием кнопки арретира), не изменяя установочной меры.

Подсчет действительного размера производится в следующем порядке:

I. Берется размер блока плоскопараллельных концевых

мер длин (номинальный размер).

2. Подсчитываются показания на шкале скобы.

3. К размеру блока концевых мер прибавляются или вычитаются показания на шкале прибора, в результате чего получается действительный размер.

Для закрепления знаний учащихся по конструкции прибора преподаватель последовательно разбирает следующие вопросы:

I. Чему равна цена делений на шкале скобы?

2. Сколько делений имеется на шкале скобы?

3. Чему равен предел измерения шкалы скобы?

4. Сколько тысячных долей миллиметра будет соответственно в двух, трех, четырех, семи, девяти, двенадцати, двадцати, двадцати двух делениях скобы?

После изложенного выше материала преподаватель с учащимися разбирает следующие вопросы:

I. Чему равен действительный размер детали, если номинальный размер равен 10, а стрелка на шкале скобы находится на четвертом делении в сторону плюс? (очевидно, 10,008 мм).

То же, но в сторону минус (очевидно, 9,992 мм).

2. Чему равен действительный размер детали, если номинальный размер будет 22,57 мм, а стрелка на шкале находится на третьем штрихе в сторону плюс? (очевидно, 22,576 мм).

То же, но в сторону минус (очевидно, 22,564 мм).

После закрепления знаний по конструкции прибора и отсчету по шкале тысячных долей миллиметра учащиеся переходят к непосредственному контролю деталей.

## Правила контроля деталей

Контроль деталей настоящим прибором является ответственной операцией и на это обстоятельство преподаватель должен обратить внимание учащихся.

Перед контролем необходимо тщательно протереть измеряемые поверхности деталей и измерительные поверхности прибора. Необходимо обратить внимание учащихся на взаимное расположение измеряемых и измерительных поверхностей, не допуская при этом перекосов, которые искажают действительные размеры.

## Контроль деталей

Контролируемая деталь вводится между измерительными поверхностями данного прибора, при этом подвижную измерительную поверхность (пятку) отводят в исходное положение при помощи кнопки-арретира.

Показание на шкале прибора выражает отклонение размера контролируемой детали от размера, на который настроена рычажная скоба.

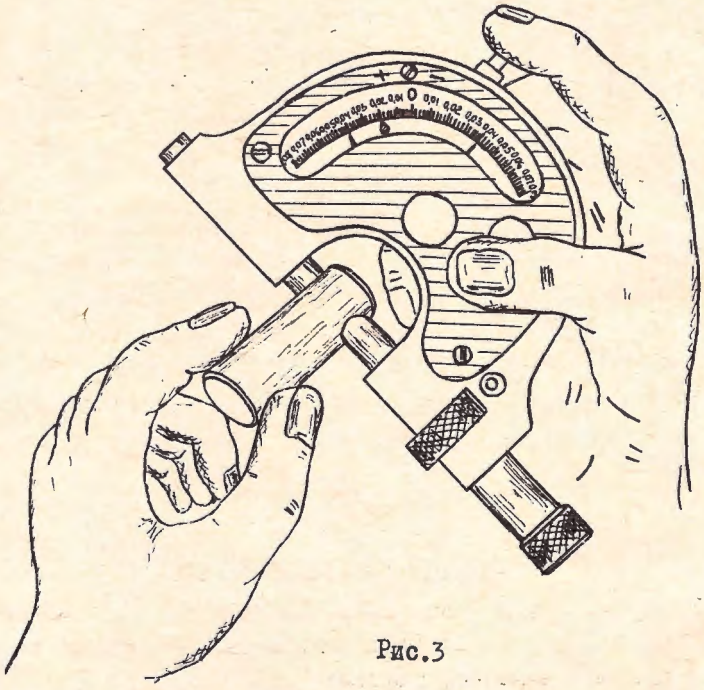


Рис.3

## План выполнения работы

1. Ознакомление с заданием.
2. Проверка внешнего вида контролируемых деталей.
3. Проверка годности прибора к контролю деталей.
4. Инструктаж учащихся перед выполнением работы.
5. Контроль деталей согласно заданию.

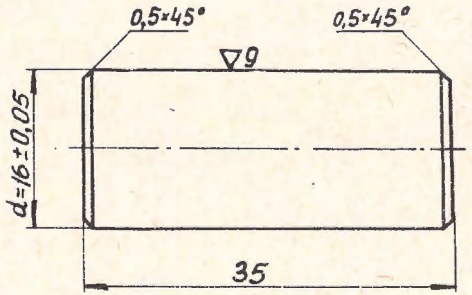
Примечание. Результаты контроля учащиеся заносят в бланк отчета. Если допущены ошибки, то преподаватель выясняет причину их появления и принимает меры к их устранению.

За лабораторную работу преподаватель выставляет оценку.

## ЗАДАНИЕ
к лабораторной работе № 9

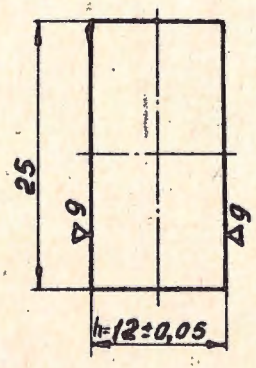
Измерить детали наборов № II и № I2 и результаты занести в бланк отчета.

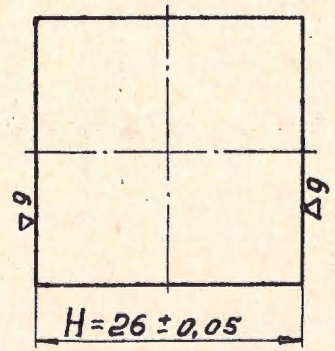
▽5




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Технолог | | | Образцы набора № 11 | | | |
| Нач. цеха | | | | | | |
| Учебно-производственный цех ОТО | | | Материал У8 | Лист 2 | Листов 2 | М 2:1 |

▽5




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Технолог | | | Образцы набора №12 | | | |
| Нач. цеха | | | | | | |
| Учебно-производственный цех ОТО | | | Материал У8 | Лист 1 | Листов 2 | М 2:1 |

# О Т Ч Е Т

## о выполненной лабораторной работе № 9 "Контроль наружных размеров деталей рычажной скобой"

Набор № _____

Комплект № ____

| № п.п. | Наименование прибора | № деталей | Размеры d | H | h |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Рычажная скоба с пределом измерения 0-25 мм | | | | |
| 2 | Рычажная скоба с пределом измерения 25-50 мм | | | | |

Дата выполнения работы _____

Фамилия, и.,о. уч-ся _____

Группа _____

Оценка за выполненную работу _____

Подпись преподавателя _____

# Т А Б Л И Ц А
## аттестованных деталей набора № II

Комплект № _____

| № детали | D | № детали | D |
|---|---|---|---|
| I | | I6 | |
| 2 | | I7 | |
| 3 | | I8 | |
| 4 | | I9 | |
| 5 | | 20 | |
| 6 | | 2I | |
| 7 | | 22 | |
| 8 | | 23 | |
| 9 | | 24 | |
| I0 | | 25 | |
| II | | 26 | |
| I2 | | 27 | |
| I3 | | 28 | |
| I4 | | 29 | |
| I5 | | 30 | |

# Т А Б Л И Ц А

аттестованных деталей набора № I2

Комплект № ____

| № детали | H | h | № детали | H | h |
|---|---|---|---|---|---|
| I | | | I6 | | |
| 2 | | | I7 | | |
| 3 | | | I8 | | |
| 4 | | | I9 | | |
| 5 | | | 20 | | |
| 6 | | | 2I | | |
| 7 | | | 22 | | |
| 8 | | | 23 | | |
| 9 | | | 24 | | |
| I0 | | | 25 | | |
| II | | | 26 | | |
| I2 | | | 27 | | |
| I3 | | | 28 | | |
| I4 | | | 29 | | |
| I5 | | | 30 | | |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № IO

ТЕМА. Контрольно-измерительные инструменты

Раздел темы: измерение изделий индикаторными приборами.

Цель: приобретение навыков и освоение приемов пользования индикаторными приборами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Измерение радиального и торцового биений и непараллельности плоскостей деталей из наборов № I3, I4, I5 индикаторами часового и рычажного типов.

Продолжительность лабораторной работы – 2 академических часа

## СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

I. Измерительные инструменты:

а) индикатор часового типа с ценой деления 0,0I– I5 шт.;

б) индикатор рычажно-зубчатый с ценой деления 0,0I-I5 шт.

2. Приспособления:

а) универсальная стойка для индикатора – I5 шт.;

б) прибор для проверки изделий на биение в центрах типа ПБ-200 – I5 шт.;

в) поверочная плита с призмой – I5 компл.

3. Набор деталей:

а) набор деталей типа I3-0I – I5 шт.

б) набор деталей типа I4-0I – I5 шт.

в) набор деталей типа I5-0I - I5 шт.

4. Документы:

а) инструкция по выполнению работ - I5 шт.;
б) бланк отчета - I5 шт.;
в) контрольная карта - I шт.

Методические указания преподавателю

Учащиеся к моменту проведения лабораторной работы должны быть знакомы с конструкциями индикаторных приборов и приемами пользования ими.

Предлагается проведение вводной беседы лабораторного занятия построить следующим образом: вначале проверяется степень усвоения учащимися материала по теме, затем уточняются отдельные неясные вопросы и закрепляется ранее изученный материал.

В своей вводной беседе преподавателю следует обратить внимание учащихся на то, что в машиностроительной промышленности, в основном, применяются два вида индикаторов: индикаторы часового типа и индикаторы рычажно-зубчатого типа.

I. Индикаторы часового типа предназначены для измерения отклонений размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей. Они применяются также в качестве отсчетных устройств в различных измерительных приборах.

Заводом "Красный инструментальщик" (КРИН) выпускаются индикаторы нормального типа (рис.I) и торцового типа.

Крепление индикаторов производится за ушко (на задней части индикатора) или за гильзу.

Индикатор часового типа работает по следующему принципу:

шкала индикатора имеет I00 делений. Один оборот стрел-

ки соответствует перемещению измерительного стержня на I мм. Вторая шкала с малой стрелкой отмечает целые миллиметры (рис.I).

Индикатор часового типа

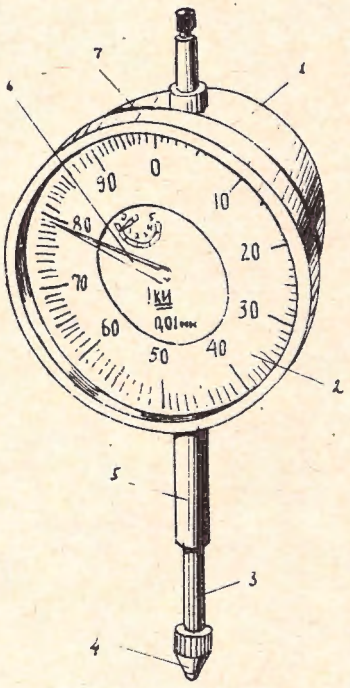



Рис.I

I-корпус; 2-циферблат; 3-измерительный стержень; 4-наконечник; 5-гильза; 6-стрелка; 7-ободок.

Зубчатая рейка, нарезанная на измерительном стержне с шагом $t$, сцепляется с зубчатым колесом $z$ = I6 (число зубьев I6). На оси этого зубчатого колеса неподвижно си-

дит зубчатое колесо $\mathcal{Z}$ = I00. На этой же оси сидит малая стрелка для отсчета целых миллиметров.

Колесо $\mathcal{Z}$ = I00 сцепляется с трибкой $\mathcal{Z}$ = I0, на оси которой сидит основная стрелка (рис.2).

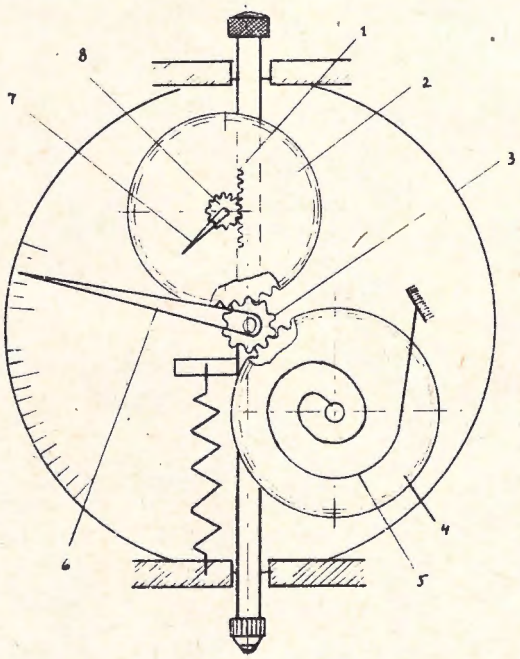



Рис.2

I-зубчатая рейка измерительного стержня; 2-зубчатое колесо ($\mathcal{Z}$ = I00); 3-трибка ($\mathcal{Z}$ = I0); 4-зубчатое колесо ($\mathcal{Z}$ = I00); 5-пружинный волосок; 6-основная стрелка; 7-указатель числа оборотов; 8-зубчатое колесо ($\mathcal{Z}$ = I6).

Передаточное отношение всей передачи подобрано так, что при одном обороте основной стрелки измерительный стержень перемещается на I мм, а при повороте на одно деление-на 0,0I мм.

Второе зубчатое колесо $Z$ = I00, находясь под действием волоска, заставляет всю передачу работать по одной стороне профиля зуба и этим устраняет свободный ход. Установка на нуль производится вращением циферблата, соединенного с ободком (рис.I).

## II. Индикаторы рычажно-зубчатого типа

Измерительный стержень рычажных индикаторов закреплен на фрикционном шарнире и может быть повернут вокруг оси. Это повышает чувствительность, снижает измерительное усилие и позволяет использовать его для измерений в труднодоступных местах (биение внутренних поверхностей, уступов и т.п.) (рис.3).

Принцип работы рычажно-зубчатых индикаторов легко можно понять, пользуясь схемой механизма индикатора (рис.4).

В качестве отсчетных устройств индикаторы могут быть также использованы:

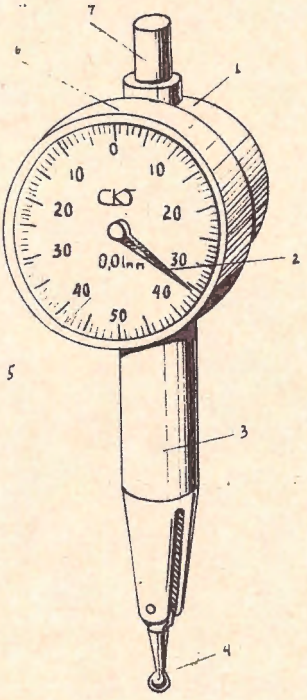
а) при измерении глубины пазов, отверстий, высоты уступов и т.п.

Для этой цели применяется индикаторный глубиномер (рис.5).

Набор измерительных стержней, прилагаемых к глубиномеру, позволяет производить измерения в пределах 0-I0 мм, I0-20 мм и так до 90-I00 мм.

Индикатор на нуль устанавливают по установочным мерам с размерами I0, 20 и так до I00 мм.

Индикатор рычажно-зубчатого типа




I-корпус; 2-стрелка; 3-гильза; 4-рычаг измерительный; 5-циферблат; 6-ободок; 7-штифт присоединительный.

Рис.3

Схема механизма индикатора

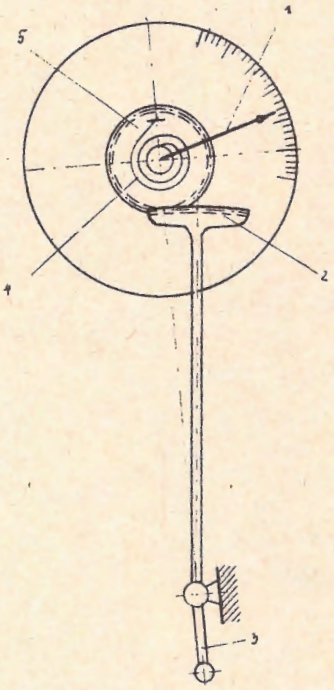



Рис.4

1-стрелка; 2-зубчатый сектор; 3-измерительный рычаг; 4-пружинный волосок; 5-трибка.

Глубиномер

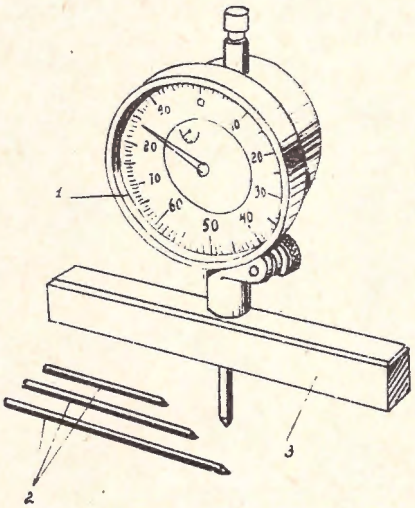



Рис.5

I-индикатор;2-сменные измерительные стержни; 3-траверса с измерительной плоскостью.

б) при измерении внутренних размеров изделий применяется индикаторный нутромер (рис.6).

Нутромер

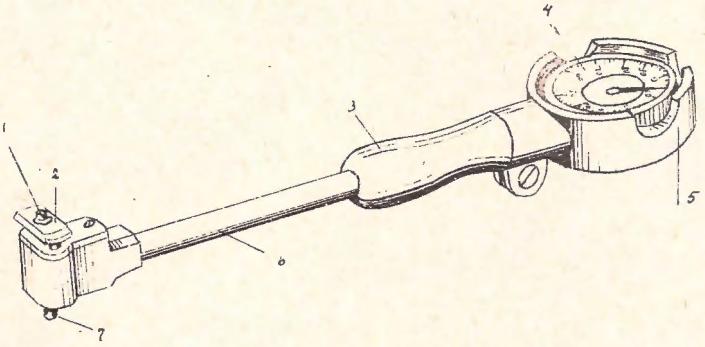



Рис.6

I-стержень измерительный; 2-центрирующий мостик; 3-ручка; 4-индикатор; 5-кожух индикатора; 6-трубка; 7-вставка измерительная сменная.

Нутромер оснащен индикатором с ценой деления 0,0I мм, воспринимающим перемещение подвижного измерительного стержня.

Второй стержень (вставка измерительная) является сменным (рис.6-а).

Центрирующий мостик позволяет устанавливать измерительные стержни по диаметру измеряемого отверстия.

Схема механизма нутромера

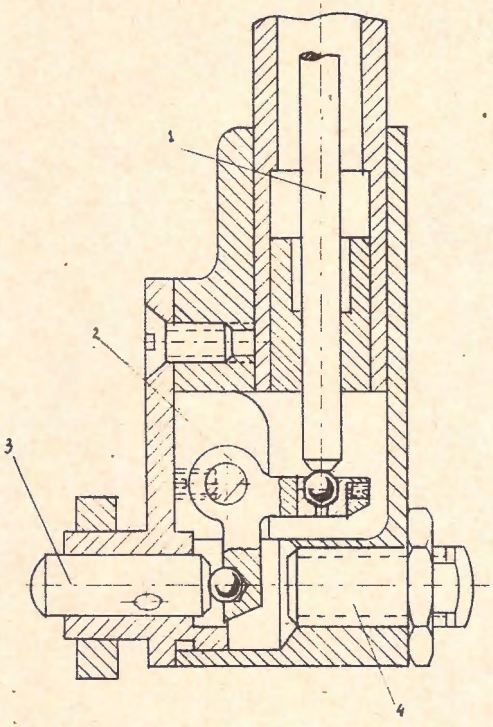


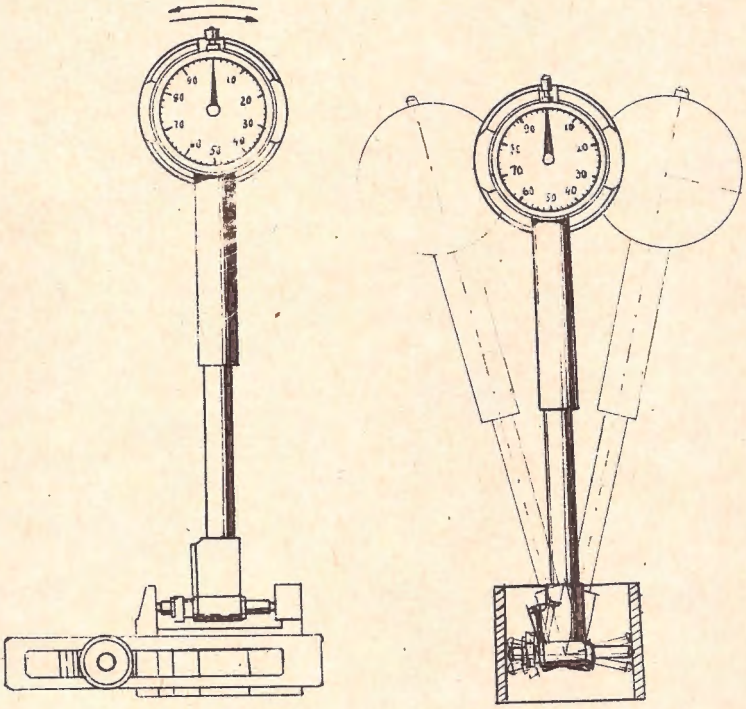

Рис.6-а

I-шток; 2-рычаг; 3-стержень измерительный; 4-вставка измерительная.

Установка нутромера на измеряемый размер производится по блоку концевых мер со специальными губками (рис.7"а") или просто по микрометру.

Измерительные стержни нутромера должны быть перпендикулярны к губкам при установке на размер (рис.7"а") и оси

отверстия при измерении, что обеспечивается покачиванием нутромера (рис.7"б").



Установка на нуль по концевым мерам длины (плиткам) "а"

Установочные движения "б"

Рис.7

в) При измерении наружных диаметров применяется индикаторная скоба (рис.8). Настройку скобы производят по установочным мерам.

Для удобства работы индикаторами при измерениях используются различные принадлежности, такие как:

I. Универсальная стойка (рис.9).

2. Прямой и угловые рычаги (рис.I0).

3. Поверочные плиты и призмы (рис.II).

4. Струбцинка и державка для закрепления индикатора на суппорте станка (рис.I2).

5. Прибор для проверки изделий на биение в центрах типа ПБ-200 и т.д.

Скоба

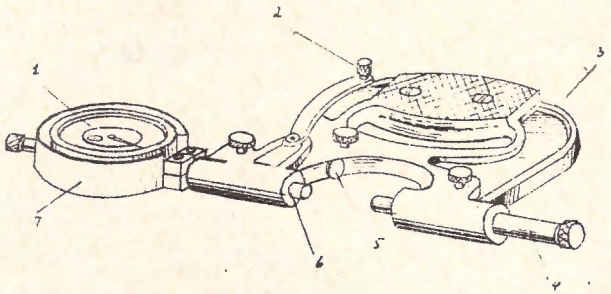
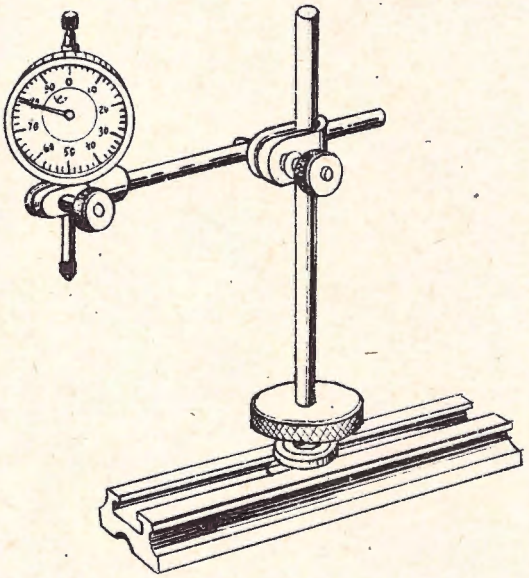



Рис.8

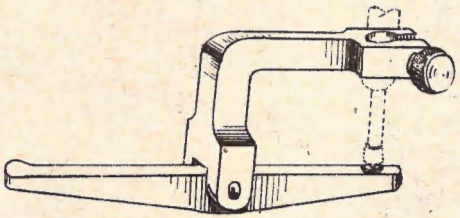
I-индикатор; 2-отводка; 3-корпус; 4-пятка переставная; 5-упор; 6-пятка подвижная; 7-кожух индикатора.

Универсальная стойка

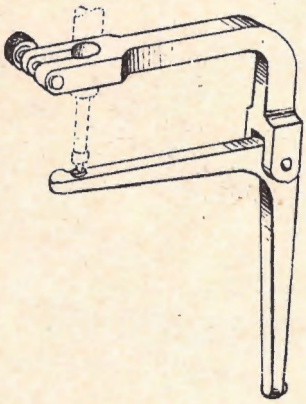


Индикатор на универсальной стойке

Рис.9



Прямой рычаг



Угловой рычаг

Рис.10

Поверочная плита и установленная на ней поверочная призма

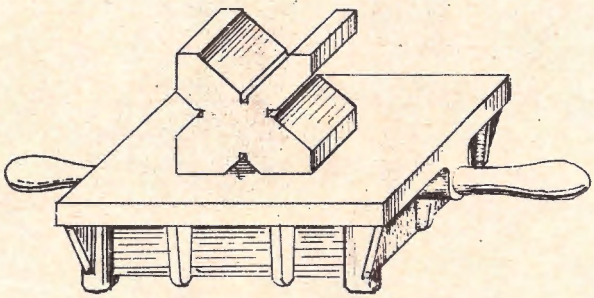
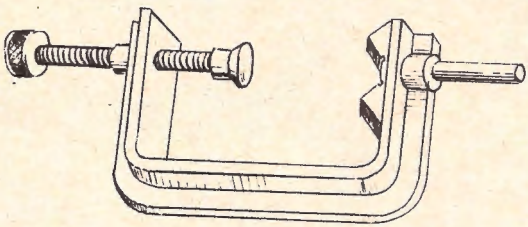


Рис.II



Струбцина

Рис.I2

При помощи индикаторов можно установить различные отклонения в расположении плоскостей и осей изделия.

Настоящая лабораторная работа ставит своей задачей проверку деталей на радиальное и торцовое биение и установление непараллельности поверхностей и осевой линии в центрах на приборе типа ПБ-200.

I. Проверка радиального биения

Радиальным биением называется разность расстояний от проверяемой поверхности до оси центров.

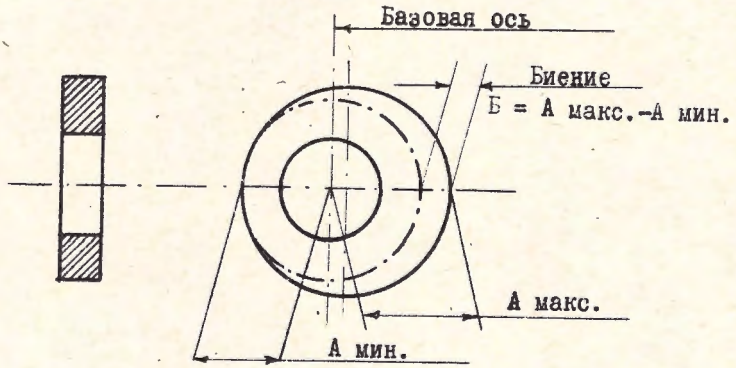



Рис.13

Проверка радиального биения производится в центрах индикатором часового типа.

Деталь устанавливается в центра и закрепляется так, чтобы она свободно вращалась от руки без качки.

Индикатор закрепляется в индикаторной стойке, переме-

щающейся по направляющим станины центров.

Ослабив винт державки индикатора, подводят его к проверяемой поверхности так, чтобы измерительный наконечник касался детали, и закрепляют винт.

При помощи микрометрического устройства дают индикатору натяг не более одного оборота основной стрелки.

Радиальное биение определится как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора.

2. Проверка торцового биения

Торцовым биением называется наибольшая разность измеренных параллельно оси расстояний торцовой поверхности детали от плоскости перпендикулярной оси детали.

Если проверка биения производится в центрах, то установку и настройку индикатора производить аналогично проверке радиального биения.

Для проверки торцового биения применяют индикатор рычажно-зубчатого типа. При определении биения деталь необходимо вращать рукой.

Если деталь невозможно установить в центрах, то проверку производят на призме (рис.I4).

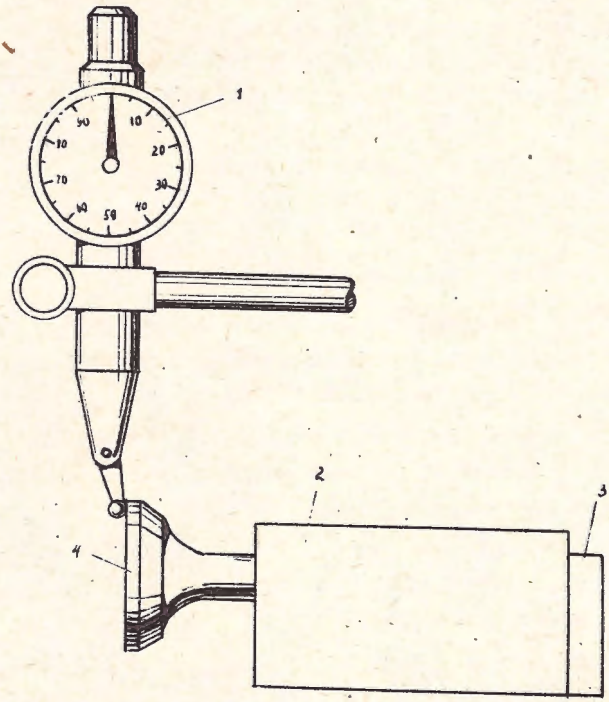



Схема проверки на биение рычажно-зубчатым индикатором

Рис.14

1-индикатор; 2-призма; 3-планка упорная; 4-проверяемая деталь.

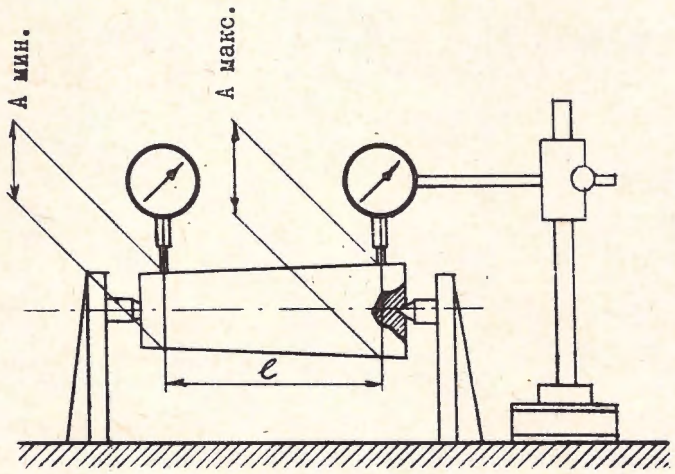
Торцовое биение определится как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора. Следует напомнить учащимся, что после поворота измерительного стержня вокруг оси необходимо переключить фиксатор, который находится на

тыльной стороне корпуса индикатора.

3. Проверка непараллельности поверхностей изделия

Непараллельность поверхностей изделий можно проверять на поверочных плитах с помощью универсальной стойки индикатором часового типа, либо в центрах на приборе типа ПБ-200.

За величину непараллельностей принимается разность показаний в двух точках, расположенных на определенном расстоянии друг от друга ($\ell$).




Непараллельность равна

Н = А макс. – А мин.

Рис.15

## Порядок выполнения лабораторной работы

I. Вводная беседа

а) проверить знания учащихся по устройству и принципу работы индикаторов часового и рычажно-зубчатого типов путем вызова к доске;

б) показать приемы измерения индикаторами, повторить порядок отсчета по циферблату индикатора сотых долей миллиметра и по шкале целых миллиметров;

в) показать, как производится проверка радиального и торцового биения и установление непараллельности плоскостей у деталей;

г) провести пробное измерение радиального и торцового биения на деталях набора № I3 и I4, а также непараллельность сторон на деталях набора № I5.

Проверить правильность замеров у 2-3 учащихся по контрольной карте.

## Порядок проверки

а) выдать каждому учащемуся по одной детали из I3, I4 и I5 наборов и по индикатору часового и рычажно-зубчатого типов;

б) каждый учащийся делает по одному замеру на какой-либо из трех выданных деталей;

целесообразно поручить пяти учащимся провести измерение радиального биения, пяти-торцового и пяти-непараллельность сторон детали;

в) проверить у I-2 учащихся из каждой группы результаты замеров, для чего учащийся громко называет номер детали и величину отклонения;

г) преподаватель сравнивает названный результат отклонения с контрольной картой и сообщает громко действительные отклонения. Если замер был сделан неправильно, преподаватель поясняет, какие могут быть допущены ошибки

при измерении. К таким недостаткам измерения можно отнести:

I) слабо зажата деталь в центрах прибора;

2) недостаточен натяг индикатора;

3) неисправность индикатора;

4) забоины, вмятины и грязь на измеряемой поверхности

и т.д.

П. Ознакомление учащихся с инструкцией по выполнению данной лабораторной работы

Ш. Практический замер радиального и торцового биения и определение непараллельности на выданных учащемуся деталях, а также занесение результатов измерения в форму отчета.

## И Н С Т Р У К Ц И Я
## по выполнению лабораторной работы № I0

Лабораторная работа "Измерение деталей индикаторными приборами" состоит из трех заданий, заключающихся в определении отклонений поверхностей от заданной формы у деталей из трех разных наборов.

I-е задание: определить величину радиального биения у детали из I3-го набора (⌀40) индикатором часового типа в центрах на приборе типа ПБ-200. Работу производить в следующей последовательности:

а) проверить деталь на внешний вид, устранить забоины и заусенцы, протереть измеряемую поверхность салфеткой;

б) проверить индикатор на пригодность к измерению и протереть наконечники салфеткой;

в) дать при помощи микрометрического устройства натяг

(не более одного оборота основной стрелки);

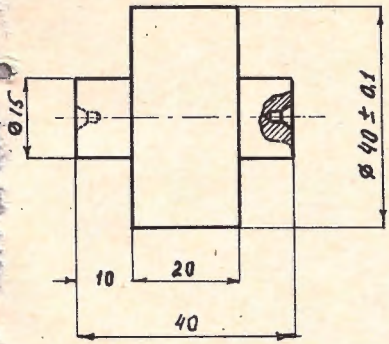
г) произвести замеры и определить величину радиального биения по формуле Б= Амакс. - Амин. Занести результаты в форму отчета.

2-е задание: определить величину торцового биения у деталей из 14-го набора (торец Ø 40) индикатором рычажно-зубчатого типа в центрах на приборе типа ПБ-200. Последовательность проведения задания такая же, как и в 1-м задании.

3-е задание: определить величину непараллельности у детали 15-го набора (Ø 40) индикатором часового типа в центрах на приборе типа ПБ-200. Порядок выполнения такой же, как и в 1-м задании.

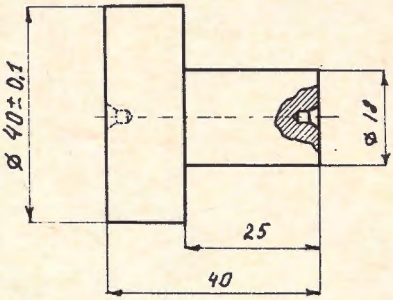
Передать преподавателю заполненный бланк отчета для проверки правильности измерения, привести рабочее место в порядок и сдать преподавателю полученные инструменты.

Кругом ∇7



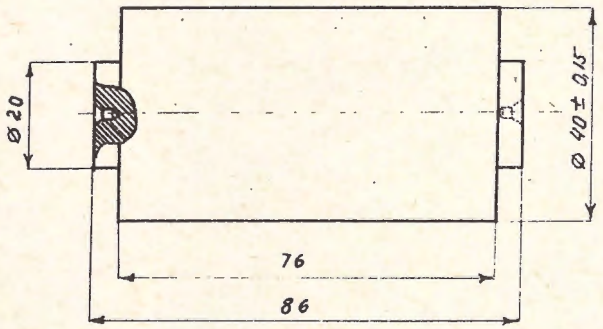

| 13-01 | Ролик | АК5 | 15 | 1:1 | ОТО |
|---|---|---|---|---|---|
| № дет | Наименов | Мат | Кол | Масш | |

Кругом ∇7




| 14-01 | Пробка | АК5 | 15 | 1:1 | ОТО |
|---|---|---|---|---|---|
| № дет | Наименов | Мат | Кол | Масш | |

Кругом ▽7




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15-01 | Ось | АК5 | 15 | 1:1 | ОТО |
| № дет | Наименов | Мат | Кол | Масш | |

# Сводная таблица предельных отклонений: Система отверстия (Отклонения в микронах 1 мк = 0,001 мм)

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | 1 класс точности: ОСТ 1011 / по ОСТ НКМ 1041 — по ОСТ НКМ 1011 — Валы: Отверстие | Прессовая вторая | Прессовая первая | Глухая | Тугая | Напряженная | Плотная | Скользящая | Движения | Ходовая |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $A_1$ | $Пр_2$ | $Пр_1$ | $Г_1$ | $Т_1$ | $Н_1$ | $П_1$ | $С_1$ | $Д_1$ | $Х_1$ |
| от 1 до 3 | В | +6 | +20 | +17 | +10 | +8 | +5 | +2 | 0 | - 3 | - 6 |
| | Н | 0 | +15 | +12 | +6 | +4 | +1 | - 2 | - 4 | - 8 | -12 |
| св. 3 до 6 | В | +8 | +24 | +20 | +13 | +10 | +6 | +3 | 0 | - 4 | -10 |
| | Н | 0 | +19 | +15 | +8 | +5 | +1 | - 2 | - 5 | - 9 | -18 |
| св. 6 до 10 | В | +9 | +29 | +25 | +16 | +12 | +8 | +4 | 0 | - 5 | -13 |
| | Н | 0 | +23 | +19 | +9 | +6 | +2 | - 3 | - 6 | -11 | -22 |
| св. 10 до 18 | В | +11 | +36 | +31 | +20 | +15 | +10 | +5 | 0 | - 6 | -16 |
| | Н | 0 | +28 | +23 | +11 | +7 | +2 | - 3 | - 8 | -14 | -27 |
| св. 18 до 30 | В | +13 | +44 | +37 | +24 | +17 | +12 | +6 | 0 | - 7 | -20 |
| | Н | 0 | +35 | +28 | +13 | +8 | +2 | - 3 | - 9 | -16 | -33 |
| св. 30 до 40 | В | +15 | +54 | +45 | +28 | +20 | +14 | + 7 | 0 | - 9 | -25 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | +43 | +34 | +16 | + 9 | + 2 | - 4 | -11 | -20 | -41 |
| св. 50 до 65 | В | +18 | +66<br>+53 | +54<br>+41 | +33 | +24 | +16 | +8 | 0 | -10 | -30 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | +72<br>+59 | +56<br>+43 | +19 | +10 | + 3 | - 5 | -13 | -23 | -49 |
| св. 80 до 100 | В | +21 | +86<br>+71 | +66<br>+51 | +38 | + 28 | +19 | +9 | 0 | -12 | - 36 |
| | | | +94 | +69 | | | | | | | |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | +79 | +54 | +23 | +12 | + 3 | - 6 | -15 | -27 | -58 |
| св. 120 до 150 | В | +24 | 2) | 2) | +45 | +32 | +22 | +10 | 0 | -14 | -43 |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | | | +26 | +14 | + 4 | - 7 | -18 | -32 | -68 |
| св. 180 до 220 | В | +27 | | | +52 | +36 | +25 | +11 | 0 | -16 | - 50 |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | | | +30 | +16 | + 4 | - 8 | -20 | -36 | -79 |
| св. 260 до 310 | В | +30 | | | +58 | +40 | +28 | +13 | 0 | -18 | - 56 |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | | | +35 | +18 | + 4 | - 9 | -22 | -40 | -88 |
| св. 360 до 440 | В | +35 | | | +65 | +45 | +32 | +15 | 0 | -20 | - 68 |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | | | +40 | +20 | + 5 | -10 | -25 | -45 | -108 |

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | 2 класс точности: ОСТ 1012 / ОСТ 1042 / ОСТ 1043 / ОСТ 1044 — по ОСТ 1012 — Валы: Отверстие | Горячая | Прессовая | Легкопрессовая | Глухая | Тугая | Напряженная | Плотная | Скользящая | Движения | Ходовая | Легкоходовая | Широкоходовая | Тепловая ходовая |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | Гр | Пр | Пл | Г | Т | Н | П | С | Д | Х | Л | Ш | ТХ |
| от 1 до 3 | В | +10 | +27 | +18 | +16 | +13 | +10 | + 7 | + 3 | 0 | - 3 | - 8 | -12 | -18 | -60 |
| | Н | 0 | +17 | +12 | +10 | + 6 | + 4 | + 1 | - 3 | - 6 | - 9 | -18 | -25 | -35 | -76 |
| св. 3 до 6 | В | +13 | +33 | +23 | +21 | +16 | +13 | + 9 | + 4 | 0 | - 4 | -10 | -17 | -25 | -70 |
| | Н | 0 | +20 | +15 | +13 | + 8 | + 5 | + 1 | - 4 | - 8 | -12 | -22 | -35 | -45 | -88 |
| св. 6 до 10 | В | +16 | +39 | +28 | +26 | +20 | +16 | +12 | + 5 | 0 | - 5 | -13 | -23 | -35 | -80 |
| | Н | 0 | +23 | +18 | +16 | +10 | + 6 | + 2 | - 5 | -10 | -15 | -27 | -45 | -60 | -102 |
| св. 10 до 18 | В | +19 | +48 | +34 | +32 | +24 | +19 | +14 | + 6 | 0 | - 6 | -16 | -30 | -45 | -95 |
| | Н | 0 | +29 | +22 | +20 | +12 | + 7 | + 2 | - 6 | -12 | -18 | -33 | -55 | -75 | -122 |
| св. 18 до 30 | В | +23 | +62 | +42 | +39 | +30 | +23 | +17 | + 7 | 0 | - 8 | -20 | -40 | -60 | -110 |
| | Н | 0 | +39 | +28 | +25 | +15 | + 8 | + 2 | - 7 | -14 | -22 | -40 | -70 | -95 | -143 |
| св. 30 до 40 | В | +27 | +77<br>+50 | +52<br>+35 | +47<br>+30 | +35 | +27 | +20 | + 8 | 0 | -10 | -25 | - 50 | -75 | -120<br>-159 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | +87<br>+60 | +52<br>+35 | +47<br>+30 | +18 | + 9 | + 3 | - 8 | -17 | -27 | -50 | -85 | -115 | -130<br>-169 |
| св. 50 до 65 | В | +30 | +105<br>+ 75 | +65<br>+45 | +55<br>+35 | +40 | +30 | +23 | +10 | 0 | -12 | -30 | -65 | -95 | -140<br>-186 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | +120<br>+ 90 | +65<br>+45 | +55<br>+35 | +20 | +10 | + 3 | -10 | -20 | -32 | -60 | -105 | -145 | -150<br>-196 |
| св. 80 до 100 | В | +35 | +140<br>+105 | + 85<br>+60 | +70 | +45 | +35 | +26 | +12 | 0 | -15 | -40 | -80 | -120 | -170<br>-224 |
| | | | +160 | + 95 | | | | | | | | | | | -180 |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | +125 | + 70 | +45 | +23 | +12 | + 3 | -12 | -23 | -38 | -75 | -125 | -175 | -234 |
| св. 120 до 150 | В | +40 | +190<br>+150 | +110<br>+ 80 | +85 | +52 | +40 | +30 | +14 | 0 | -18 | -50 | -100 | -150 | 2) |
| | | | +220 | +125 | | | | | | | | | | | |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | +180 | + 95 | +58 | +25 | +13 | + 4 | -14 | -27 | -45 | -90 | -155 | -210 | |
| св. 180 до 220 | В | +45 | +260<br>+215 | +145<br>+115 | +105 | +60 | +45 | +35 | +16 | 0 | -22 | -60 | -120 | -180 | -260<br>-332 |
| | | | +300 | +165 | | | | | | | | | | | -290 |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | +255 | +135 | +75 | +30 | +15 | + 4 | -16 | -30 | -52 | -105 | -180 | -250 | -362 |
| св. 260 до 310 | В | +50 | +350<br>+300 | +195<br>+160 | +135 | +70 | +50 | +40 | +18 | 0 | -26 | -70 | -140 | -210 | -330<br>-411 |
| | | | +400 | +220 | | | | | | | | | | | -360 |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | +350 | +185 | +100 | +35 | +15 | + 4 | -18 | -35 | -60 | -125 | -210 | -290 | -441 |
| св. 360 до 440 | В | +60 | +475<br>+415 | +260<br>+220 | +170 | +80 | +60 | +45 | +20 | 0 | -30 | -80 | -170 | -250 | -440<br>-507 |
| | | | +545 | +300 | | | | | | | | | | | -480 |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | +485 | +260 | +130 | +40 | +20 | + 5 | -20 | -40 | -70 | -140 | -245 | -340 | -577 |

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | 2а класс точности: по ОСТ НКМ 1016 — Валы: Отверстие | Прессовая вторая | Прессовая первая | Глухая | Тугая | Напряженная | Плотная | Скользящая | Ходовая |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $A_{2a}$ | $Пр_{2a}$ | $Пр_{1a}$ | $Г_{2a}$ | $Т_{2a}$ | $Н_{2a}$ | $П_{2a}$ | $С_{2a}$ | $Х_{2a}$ |
| от 1 до 3 | В | +14 | +32 | +24 | +15 | — | +10 | + 7 | 0 | - 6 |
| | Н | 0 | +18 | +15 | + 6 | | + 1 | - 2 | - 9 | -20 |
| св. 3 до 6 | В | +18 | +41 | +31 | +20 | +16 | +13 | + 9 | 0 | -10 |
| | Н | 0 | +23 | +19 | + 8 | + 4 | + 1 | - 3 | -12 | -28 |
| св. 6 до 10 | В | +22 | +50 | +38 | +25 | +21 | +16 | +10 | 0 | -13 |
| | Н | 0 | +28 | +23 | +10 | + 6 | + 1 | - 5 | -15 | -35 |
| св. 10 до 18 | В | +27 | +60 | +46 | +30 | +25 | +19 | +12 | 0 | -16 |
| | Н | 0 | +33 | +28 | +12 | + 7 | + 1 | - 6 | -18 | -43 |
| св. 18 до 30 | В | +33 | 3) | | +56 | +36 | +29 | +23 | +13 | 0 - 20 |
| | Н | 0 | | | +35 | +15 | + 8 | + 2 | - 8 | -21 -53 |
| св. 30 до 40 | В | +39 | +99<br>+60 | | +68 | +42 | +34 | +27 | +15 | 0 - 25 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | +109<br>+ 70 | | +43 | +17 | + 9 | + 2 | -10 | -25 -64 |
| св. 50 до 65 | В | +46 | +133<br>+87 | +83<br>+53 | +50 | +41 | +32 | +18 | 0 | -30 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | +148<br>+102 | +89<br>+59 | +20 | + 11 | + 2 | -12 | -30 | -76 |
| св. 80 до 100 | В | +54 | +178<br>+124 | +106<br>+ 71 | +58 | +48 | +38 | +20 | 0 | -36 |
| | | | +198 | +114 | | | | | | |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | +144 | + 79 | +23 | +13 | + 3 | -15 | -35 | -90 |
| св. 120 до 150 | В | +63 | 2) | 2) | +67 | +55 | +43 | +22 | 0 | -43 |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | | | +27 | +15 | + 3 | -18 | -40 | -106 |
| св. 180 до 220 | В | +73 | +308<br>+236 | +168<br>+122 | +78 | +64 | +51 | +24 | 0 | -50 |
| | | | +356 | +186 | | | | | | |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | +284 | +140 | +31 | +17 | + 4 | -23 | -47 | -122 |
| св. 260 до 310 | В | +84 | +431<br>+350 | +222<br>+170 | +90 | +74 | +58 | +27 | 0 | -56 |
| | | | +471 | +242 | | | | | | |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | +390 | +190 | +36 | +20 | + 4 | -27 | -54 | -137 |
| св. 360 до 440 | В | +95 | +571<br>+468 | +283<br>+220 | +102 | +85 | +67 | +31 | 0 | -68 |
| | | | +637 | +315 | | | | | | |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | +540 | +252 | +40 | +23 | + 5 | -31 | -62 | -165 |

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | 3 класс точности: ОСТ 1013 — Отверстие | ОСТ 1069 / ОСТ 1013 — Валы: Прессовая третья | Прессовая вторая | Прессовая первая | Скользящая | Ходовая | Широкоходовая |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $A_3$ | $Пр_{3a}$ | $Пр_3$ | $Пр_{1_3}$ | $С_3$ | $Х_3$ | $Ш_3$ |
| от 1 до 3 | В | 0 | — | — | — | 0 | - 7 | -17 |
| | Н | -20 | | | | -20 | -32 | -50 |
| св. 3 до 6 | В | 0 | — | — | +55 | 0 | -11 | -25 |
| | Н | +30 | | | | -25 | -44 | -65 |
| св. 6 до 10 | В | 0 | +100 | + 70 | +65 | 0 | -15 | -35 |
| | Н | + 70 | +40 | +35 | | -30 | -55 | -85 |
| св. 10 до 18 | В | +35 | +115 | +80 | +75 | 0 | -20 | -45 |
| | Н | 0 | +80 | +45 | +40 | -35 | -70 | -105 |
| св. 18 до 30 | В | +45 | +145 | +100 | +95 | 0 | -25 | -60 |
| | Н | 0 | +100 | + 55 | +50 | -45 | -85 | -130 |
| св. 30 до 40 | В | +50 | +165<br>+115 | +115<br>+ 65 | +110 | 0 | -32 | - 75 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | +175<br>+125 | +125<br>+ 75 | +60 | -50 | -100 | -160 |
| св. 50 до 65 | В | +60 | +210<br>+150 | +150<br>+ 90 | +135 | 0 | -40 | -95 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | +225<br>+165 | +165<br>+105 | +75 | -60 | -120 | -195 |
| св. 80 до 100 | В | +70 | +260<br>+190 | +195<br>+125 | +160 | 0 | - 50 | -120 |
| | | | +280 | +210 | | | | |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | +210 | +140 | +90 | -70 | -140 | -235 |
| св. 120 до 150 | В | +80 | +325<br>+245 | +245<br>+165 | +185<br>+105 | 0 | - 60 | -150 |
| | | | +355 | +275 | +200 | | | |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | +275 | +195 | +120 | -80 | -165 | -285 |
| св. 180 до 220 | В | +90 | +410<br>+320 | +325<br>+235 | +230<br>+140 | 0 | - 75 | -180 |
| | | | +450 | +365 | +250 | | | |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | +360 | +275 | +160 | -90 | -195 | -330 |
| св. 260 до 310 | В | +100 | +515<br>+415 | +420<br>+320 | +285<br>+185 | 0 | - 90 | -210 |
| | | | +565 | +470 | +305 | | | |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | +465 | +370 | +205 | -100 | -225 | -380 |
| св. 360 до 440 | В | +120 | +670<br>+550 | +550<br>+430 | +360<br>+240 | 0 | -105 | -250 |
| | | | +740 | +620 | +395 | | | |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | +620 | +500 | +275 | -120 | -255 | -440 |

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | За класс точности: ОСТ НКМ 1017 — Отверстие: $A_{3a}$ | Вал: Скользящая $С_{3a}$ |
|---|---|---|---|
| от 1 до 3 | В | +40 | 0 |
| | Н | 0 | -40 |
| св. 3 до 6 | В | +48 | 0 |
| | Н | 0 | -48 |
| св. 6 до 10 | В | +58 | 0 |
| | Н | 0 | -58 |
| св. 10 до 18 | В | +70 | 0 |
| | Н | 0 | -70 |
| св. 18 до 30 | В | +84 | 0 |
| | Н | 0 | -84 |
| св. 30 до 40 | В | +100 | 0 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | -100 |
| св. 50 до 65 | В | +120 | 0 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | -120 |
| св. 80 до 100 | В | +140 | 0 |
| | | | |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | -140 |
| св. 120 до 150 | В | +160 | 0 |
| | | | |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | -160 |
| св. 180 до 220 | В | +185 | 0 |
| | | | |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | -185 |
| св. 260 до 310 | В | +215 | 0 |
| | | | |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | -215 |
| св. 360 до 440 | В | +250 | 0 |
| | | | |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | -250 |

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | 4 класс точности: по ОСТ 1014 — Отверстие: $A_4$ | Валы: Скользящая $С_4$ | Ходовая $Х_4$ | Легкоходовая $Л_4$ | Широкоходовая $Ш_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| от 1 до 3 | В | +60 | 0 | -30 | -60 | -120 |
| | Н | 0 | -60 | -90 | -120 | -180 |
| св. 3 до 6 | В | +80 | 0 | -40 | -80 | -160 |
| | Н | 0 | -80 | -120 | -160 | -240 |
| св. 6 до 10 | В | +100 | 0 | - 50 | -100 | -200 |
| | Н | 0 | -100 | -150 | -200 | -300 |
| св. 10 до 18 | В | +120 | 0 | -60 | -120 | -240 |
| | Н | 0 | -120 | -180 | -240 | -360 |
| св. 18 до 30 | В | +140 | 0 | - 70 | -140 | -280 |
| | Н | 0 | -140 | -210 | -280 | -420 |
| св. 30 до 40 | В | +170 | 0 | -80 | -170 | -340 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | -170 | -250 | -340 | -500 |
| св. 50 до 65 | В | +200 | 0 | -100 | -200 | -400 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | -200 | -300 | -400 | -600 |
| св. 80 до 100 | В | +230 | 0 | -120 | -230 | -460 |
| | | | | | | |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | -230 | -350 | -460 | -700 |
| св. 120 до 150 | В | +260 | 0 | -130 | -260 | -530 |
| | | | | | | |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | -260 | -400 | -530 | -800 |
| св. 180 до 220 | В | +300 | 0 | -150 | -300 | -600 |
| | | | | | | |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | -300 | -450 | -600 | -900 |
| св. 260 до 310 | В | +340 | 0 | -170 | -340 | -680 |
| | | | | | | |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | -340 | -500 | -680 | -1000 |
| св. 360 до 440 | В | +380 | 0 | -190 | -380 | -760 |
| | | | | | | |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | -380 | -570 | -760 | -1100 |

| Номинальные размеры, мм. | Отклонения | 5 класс точности: по ОСТ 1015 — Отверстие: $A_5$ | Валы: Скользящая $С_5$ | Ходовая $Х_5$ |
|---|---|---|---|---|
| от 1 до 3 | В | -120 | 0 | -180 |
| | Н | 0 | -120 | -180 |
| св. 3 до 6 | В | +160 | 0 | -240 |
| | Н | 0 | -160 | -240 |
| св. 6 до 10 | В | +200 | 0 | -300 |
| | Н | 0 | -200 | -300 |
| св. 10 до 18 | В | +240 | 0 | -360 |
| | Н | 0 | -240 | -360 |
| св. 18 до 30 | В | +280 | 0 | -420 |
| | Н | 0 | -280 | -420 |
| св. 30 до 40 | В | +340 | 0 | -500 |
| св. 40 до 50 | Н | 0 | -340 | -500 |
| св. 50 до 65 | В | +400 | 0 | -600 |
| св. 65 до 80 | Н | 0 | -400 | -600 |
| св. 80 до 100 | В | +460 | 0 | -700 |
| | | | | |
| св. 100 до 120 | Н | 0 | -460 | -700 |
| св. 120 до 150 | В | +530 | 0 | -800 |
| | | | | |
| св. 150 до 180 | Н | 0 | -530 | -800 |
| св. 180 до 220 | В | +600 | 0 | -900 |
| | | | | |
| св. 220 до 260 | Н | 0 | -600 | -900 |
| св. 260 до 310 | В | +680 | 0 | -1000 |
| | | | | |
| св. 310 до 360 | Н | 0 | -680 | -1000 |
| св. 360 до 440 | В | +760 | 0 | -1100 |
| | | | | |
| св. 440 до 500 | Н | 0 | -760 | -1100 |

| | $Пр1_1$ | $Пр2_1$ | $Пр2_{2a}$ | $Пр1_{2a}$ | ТХ |
|---|---|---|---|---|---|
| Св. 120 до 140 | +81<br>+63 | +110<br>+92 | +223<br>+170 | +132<br>+92 | -200<br>-263 |
| Св. 140 до 160 | +83<br>+65 | +118<br>+100 | +253<br>+190 | +140<br>+100 | -210<br>-273 |
| Св. 160 до 180 | +86<br>+68 | +126<br>+108 | +273<br>+210 | +148<br>+108 | -230<br>-299 |

Примечания:
1. Для посадок с натягами для размеров свыше 30 мм каждый интервал диаметров развит на два. Соответствующие отклонения для каждого из них даются отдельно.
2. Для посадок $Пр1_1$, $Пр2_1$, $Пр2_{2a}$, $Пр1_{2a}$, ТХ и интервала диаметров св. 120 до 180 мм предусмотрено три интервала: св. 120 до 140 мм, св. 140 до 160 мм и св. 160 до 180 мм.
3. Для посадки $Пр2_{2a}$ здесь предусмотрено два интервала: св. 18 до 24 и св. 24 до 30 мм.

| | $Пр2_{2a}$ |
|---|---|
| Св. 18 до 24 | +74<br>+41 |
| Св. 24 до 30 | +81<br>+48 |

# Сводная таблица предельных отклонений. Система вала. (Отклонения в микронах 1мк=0,001мм)

| Номинальные размеры мм | Отклонения | 1 класс точности по ОСТу НКМ 1021 | | | | | | | | 2 класс точности по ОСТу 1022 | | | | | | | | | | | | 2а класс точности по ОСТу НКМ 1026 | | | | | | | 3 класс точности по ОСТу 1023 | | | | 3а класс точности ОСТ НКМ 1027 | | 4 класс точности по ОСТу 1024 | | | | | 5 класс точности по ОСТу 1025 | | | Большие допуски: 7 класс точности по ОСТу 1010 | | 8 класс точности по ОСТу 1010 | | 9 класс точности по ОСТу 1010 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Вал | Отверстия: Глухая | Тугая | Напряженная | Плотная | Скользящая | Движения | Ходовая | ОСТ 1022 | ОСТ 1042 | ОСТ 1043 | Отверстия: Горячая | Прессовая | Глухая | Тугая | Напряженная | Плотная | Скользящая | Движения | Ходовая | Легкоходовая | Широкоходовая | Вал | Отверстия: Прессовая вторая | Глухая | Тугая | Напряженная | Плотная | Скользящая | Вал | Отверстия: Скользящая | Ходовая | Широкоходовая | Вал | Отверстия: Скользящая | Вал | Отверстия: Скользящая | Ходовая | Легкоходовая | Широкоходовая | Вал | Отверстия: Скользящая | Ходовая | Отверстие | Вал | Отверстие | Вал | Отверстие | Вал |
| | | $B_1$ | $Г_1$ | $Т_1$ | $Н_1$ | $П_1$ | $С_1$ | $Д_1$ | $Х_1$ | В | Гр | Пр | Г | Т | Н | П | С | Д | Х | Л | Ш | $В_{2а}$ | $Пр_{2а}$ | $Г_{2а}$ | $Т_{2а}$ | $Н_{2а}$ | $П_{2а}$ | $С_{2а}$ | $В_3$ | $С_3$ | $Х_3$ | $Ш_3$ | $В_{3а}$ | $С_{3а}$ | $В_4$ | $С_4$ | $Х_4$ | $Л_4$ | $Ш_4$ | $В_5$ | $С_5$ | $Х_5$ | $А_7$ | $В_7$ | $А_8$ | $В_8$ | $А_9$ | $В_9$ |
| от 1 до 3 | В | 0 | -4 | -2 | +1 | +4 | +6 | +10 | +16 | 0 | -13 | -8 | -2 | 0 | +3 | +7 | +10 | +13 | +22 | +30 | +38 | 0 | -18 | -1 | — | +4 | +7 | +14 | 0 | +20 | +32 | +50 | 0 | +40 | 0 | +60 | +90 | +120 | +180 | 0 | +120 | +180 | +250 | 0 | +400 | 0 | +600 | 0 |
| | Н | -4 | -10 | -8 | -5 | -2 | 0 | +3 | +6 | -6 | -27 | -18 | -13 | -10 | -7 | -3 | 0 | +3 | +8 | +12 | +18 | -9 | -32 | -15 | | -10 | -7 | 0 | -20 | 0 | +7 | +17 | -40 | 0 | -60 | 0 | +30 | +60 | +120 | -120 | 0 | +60 | 0 | -250 | 0 | -400 | 0 | -600 |
| св. 3 до 6 | В | 0 | -5 | -2 | +1 | +5 | +8 | +12 | +22 | 0 | -15 | -10 | -3 | 0 | +4 | +9 | +13 | +17 | +27 | +40 | +50 | 0 | -23 | -2 | +1 | +5 | +9 | +18 | 0 | +25 | +44 | +65 | 0 | +48 | 0 | +80 | +120 | +160 | +240 | 0 | +160 | +240 | +300 | 0 | +480 | 0 | +750 | 0 |
| | Н | -5 | -13 | -10 | -7 | -3 | 0 | +4 | +10 | -8 | -33 | -23 | -16 | -13 | -9 | -4 | 0 | +4 | +10 | +17 | +25 | -12 | -41 | -20 | -17 | -13 | -9 | 0 | -25 | 0 | +11 | +25 | -48 | 0 | -80 | 0 | +40 | +80 | +160 | -160 | 0 | +80 | 0 | -300 | 0 | -480 | 0 | -750 |
| св. 6 до 10 | В | 0 | -6 | -3 | +1 | +6 | +9 | +14 | +28 | 0 | -17 | -12 | -4 | 0 | +4 | +11 | +16 | +21 | +33 | +50 | +65 | 0 | -28 | -3 | +1 | +6 | +12 | +22 | 0 | +30 | +55 | +85 | 0 | +58 | 0 | +100 | +150 | +200 | +300 | 0 | +200 | +300 | +360 | 0 | +580 | 0 | +900 | 0 |
| | Н | -6 | -16 | -12 | -8 | -4 | 0 | +5 | +13 | -10 | -39 | -28 | -20 | -16 | -12 | -5 | 0 | +5 | +13 | +23 | +35 | -15 | -50 | -25 | -21 | -16 | -10 | 0 | -30 | 0 | +15 | +35 | -58 | 0 | -100 | 0 | +50 | +100 | +200 | -200 | 0 | +100 | 0 | -360 | 0 | -580 | 0 | -900 |
| св. 10 до 18 | В | 0 | -8 | -4 | +1 | +7 | +11 | +17 | +34 | 0 | -22 | -15 | -5 | 0 | +5 | +13 | +19 | +25 | +40 | +60 | +80 | 0 | -33 | -3 | +2 | +8 | +15 | +27 | 0 | +35 | +70 | +105 | 0 | +70 | 0 | +120 | +180 | +240 | +360 | 0 | +240 | +360 | +430 | 0 | +700 | 0 | +1100 | 0 |
| | Н | -8 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | +6 | +16 | -12 | -48 | -34 | -24 | -19 | -14 | -6 | 0 | +6 | +16 | +30 | +45 | -18 | -60 | -30 | -25 | -19 | -12 | 0 | -35 | 0 | +20 | +45 | -70 | 0 | -120 | 0 | +60 | +120 | +240 | -240 | 0 | +120 | 0 | -430 | 0 | -700 | 0 | -1100 |
| св. 18 до 24 | В | 0 | -10 | -4 | +2 | +8 | +13 | +20 | +41 | 0 | -30 | -19 | -6 | 0 | +6 | +16 | +23 | +30 | +50 | +80 | +105 | 0 | -41<br>-74 | -3 | +4 | +10 | +20 | +33 | 0 | +45 | +85 | +130 | 0 | +84 | 0 | +140 | +210 | +280 | +420 | 0 | +280 | +420 | +520 | 0 | +840 | 0 | +1300 | 0 |
| св. 24 до 30 | Н | -9 | -24 | -17 | -12 | -6 | 0 | +7 | +20 | -14 | -62 | -42 | -30 | -23 | -17 | -7 | 0 | +8 | +20 | +40 | +60 | -21 | -48<br>-81 | -36 | -29 | -23 | -13 | 0 | -45 | 0 | +25 | +60 | -84 | 0 | -140 | 0 | +70 | +140 | +280 | -280 | 0 | +140 | 0 | -520 | 0 | -840 | 0 | -1300 |
| св. 30 до 40 | В | 0 | -12 | -5 | +2 | +9 | +15 | +25 | +50 | 0 | -40<br>-77 | -25 | -7 | 0 | +7 | +18 | +27 | +35 | +60 | +95 | +125 | 0 | -60<br>-99 | -3 | +5 | +12 | +24 | +39 | 0 | +50 | +100 | +160 | 0 | +100 | 0 | +170 | +250 | +340 | +500 | 0 | +340 | +500 | +620 | 0 | +1000 | 0 | +1600 | 0 |
| св. 40 до 50 | Н | -11 | -28 | -20 | -14 | -7 | 0 | +9 | +25 | -17 | -50<br>-87 | -52 | -35 | -27 | -20 | -8 | 0 | +10 | +25 | +50 | +75 | -25 | -70<br>-109 | -42 | -34 | -27 | -15 | 0 | -50 | 0 | +32 | +75 | -100 | 0 | -170 | 0 | +80 | +170 | +340 | -340 | 0 | +170 | 0 | -620 | 0 | -1000 | 0 | -1600 |
| св. 50 до 65 | В | 0 | -14 | -5 | +2 | +10 | +18 | +29 | +60 | 0 | -65<br>-105 | -35 | -8 | 0 | +8 | +20 | +30 | +42 | +70 | +115 | +155 | 0 | -87<br>-133 | -4 | +5 | +14 | +28 | +46 | 0 | +60 | +120 | +195 | 0 | +120 | 0 | +200 | +300 | +400 | +600 | 0 | +400 | +600 | +740 | 0 | +1200 | 0 | +1900 | 0 |
| св. 65 до 80 | Н | -13 | -33 | -24 | -16 | -8 | 0 | +10 | +30 | -20 | -80<br>-120 | -65 | -40 | -30 | -23 | -10 | 0 | +12 | +30 | +65 | +95 | -30 | -102<br>-148 | -50 | -41 | -32 | -18 | 0 | -60 | 0 | +40 | +95 | -120 | 0 | -200 | 0 | +100 | +200 | +400 | -400 | 0 | +200 | 0 | -740 | 0 | -1200 | 0 | -1900 |
| св. 80 до 100 | В | 0 | -17 | -6 | +3 | +12 | +21 | +34 | +71 | 0 | -93<br>-140 | -50<br>-85 | -10 | 0 | +9 | +23 | +35 | +50 | +90 | +140 | +190 | 0 | -124<br>-178 | -4 | +6 | +16 | +34 | +54 | 0 | +70 | +140 | +235 | 0 | +140 | 0 | +230 | +350 | +460 | +700 | 0 | +460 | +700 | +870 | 0 | +1400 | 0 | +2200 | 0 |
| св. 100 до 120 | Н | -15 | -38 | -28 | -19 | -9 | 0 | +12 | +36 | -23 | -113<br>-160 | -60<br>-95 | -45 | -35 | -26 | -12 | 0 | +15 | +40 | +80 | +120 | -35 | -144<br>-198 | -58 | -48 | -33 | -20 | 0 | -70 | 0 | +50 | +120 | -140 | 0 | -230 | 0 | +120 | +230 | +460 | -460 | 0 | +230 | 0 | -870 | 0 | -1400 | 0 | -2200 |
| св. 120 до 150 | В | 0 | -20 | -7 | +3 | +14 | +24 | +39 | +83 | 0 | -137<br>-190 | -70<br>-110 | -12 | 0 | +10 | +27 | +40 | +60 | +105 | +170 | +230 | 0 | 2) | -4 | +8 | +20 | +41 | +63 | 0 | +80 | +165 | +285 | 0 | +160 | 0 | +260 | +400 | +530 | +800 | 0 | +530 | +800 | +1000 | 0 | +1600 | 0 | +2500 | 0 |
| св. 150 до 180 | Н | -18 | -45 | -32 | -22 | -10 | 0 | +14 | +43 | -27 | -167<br>-220 | -85<br>-125 | -52 | -40 | -30 | -14 | 0 | +18 | +50 | +100 | +150 | -40 | | -67 | -55 | -43 | -22 | 0 | -80 | 0 | +60 | +150 | -160 | 0 | -260 | 0 | +130 | +260 | +530 | -530 | 0 | +260 | 0 | -1000 | 0 | -1600 | 0 | -2500 |
| св. 180 до 220 | В | 0 | -23 | -8 | +3 | +16 | +27 | +43 | +96 | 0 | -200<br>-260 | -100<br>-145 | -15 | 0 | +11 | +30 | +45 | +70 | +120 | +200 | +270 | 0 | -236<br>-308 | -5 | +9 | +22 | +49 | +73 | 0 | +90 | +195 | +330 | 0 | +185 | 0 | +300 | +450 | +600 | +900 | 0 | +600 | +900 | +1150 | 0 | +1900 | 0 | +2900 | 0 |
| св. 220 до 260 | Н | -20 | -52 | -36 | -25 | -11 | 0 | +16 | +50 | -30 | -240<br>-300 | -120<br>-165 | -60 | -45 | -35 | -16 | 0 | +22 | +60 | +120 | +180 | -47 | -284<br>-356 | -78 | -64 | -51 | -24 | 0 | -90 | 0 | +75 | +180 | -185 | 0 | -300 | 0 | +150 | +300 | +600 | -600 | 0 | +300 | 0 | -1150 | 0 | -1900 | 0 | -2900 |
| св. 260 до 310 | В | 0 | -27 | -9 | +4 | +18 | +30 | +48 | +108 | 0 | -285<br>-350 | -145<br>-195 | -18 | 0 | +12 | +35 | +50 | +80 | +140 | +230 | +310 | 0 | -350<br>-431 | -6 | +10 | +26 | +57 | +84 | 0 | +100 | +225 | +380 | 0 | +215 | 0 | +340 | +500 | +680 | +1000 | 0 | +680 | +1000 | +1350 | 0 | +2200 | 0 | +3300 | 0 |
| св. 310 до 360 | Н | -22 | -58 | -40 | -28 | -13 | 0 | +18 | +56 | -35 | -335<br>-400 | -170<br>-220 | -70 | -50 | -40 | -18 | 0 | +26 | +70 | +140 | +210 | -54 | -390<br>-471 | -90 | -74 | -58 | -27 | 0 | -100 | 0 | +90 | +210 | -215 | 0 | -340 | 0 | +170 | +340 | +680 | -680 | 0 | +340 | 0 | -1350 | 0 | -2200 | 0 | -3300 |
| св. 360 до 440 | В | 0 | -30 | -10 | +5 | +20 | +35 | +55 | +131 | 0 | -395<br>-475 | -200<br>-260 | -20 | 0 | +15 | +40 | +60 | +90 | +160 | +270 | +365 | 0 | -460<br>-557 | -7 | +10 | +28 | +64 | +95 | 0 | +120 | +255 | +440 | 0 | +250 | 0 | +380 | +570 | +760 | +1100 | 0 | +760 | +1100 | +1550 | 0 | +2500 | 0 | +3800 | 0 |
| св. 440 до 500 | Н | -25 | -65 | -45 | -32 | -15 | 0 | +20 | +68 | -40 | -465<br>-545 | -240<br>-300 | -80 | -60 | -45 | -20 | 0 | +30 | +80 | +170 | +250 | -62 | -540<br>-637 | -102 | -85 | -67 | -31 | 0 | -120 | 0 | +105 | +250 | -250 | 0 | -380 | 0 | +190 | +380 | +760 | -760 | 0 | +380 | 0 | -1550 | 0 | -2500 | 0 | -3800 |

| | $Пр2_{2а}$ |
|---|---|
| Св. 120 до 140 | -170<br>-233 |
| Св. 140 до 160 | -190<br>-253 |
| Св. 160 до 180 | -210<br>-273 |

Примечания:

1. Для посадок с натягами для размеров свыше 18 мм каждый интервал диаметров разбит на два. Соответствующие отклонения для каждого из них даются отдельно.
2. Для посадки $Пр2_{2а}$ здесь предусматривается три интервала: св. 120 до 140 мм, св. 140 до 160 мм, св. 160 до 180 мм.

# СОДЕРЖАНИЕ


*Стр.*

Введение . . . . . 1

Задачи и цель лабораторно-практических работ . . . . . 2

Материально-техническое оснащение лабораторных занятий . . . . 3

Подготовка и организация лабораторных занятий . . . . . 4

Подготовка обучаемых . . . . . 5

Подготовка рабочего места обучаемого . . . . . 6

Документация к лабораторным занятиям . . . . . 6

Порядок проведения лабораторных работ . . . . . 7

Лабораторная работа № 1. «Измерение длин, наружных и внутренних диаметров штангенинструментами» . . . . . 12

Лабораторная работа № 2. «Измерение наружных диаметров гладким микрометром» . . . . . 23

Лабораторная работа № 3. «Измерение углов универсальными угломерными инструментами» . . . . . 40

Лабораторная работа № 4. «Виды посадок в системах допусков» . . . 55

Лабораторная работа № 5. «Вычисление допусков на размеры» . . . 63

Лабораторная работа № 6. «Натяги и зазоры» . . . . . 71

Лабораторная работа № 7. «Измерение глубин и высот деталей микрометрическим глубиномером» . . . . . 78

Лабораторная работа № 8. «Измерение наружных размеров изделий рычажными микрометрами» . . . . . 93

Лабораторная работа № 9. «Контроль наружных размеров деталей рычажной скобой» . . . . . 107

Лабораторная работа № 10. «Контрольно-измерительные инструменты» . 118

Приложения:

Сводная таблица предельных отклонений. Система отверстия.

Сводная таблица предельных отклонений. Система вала.

Цена 30 коп.